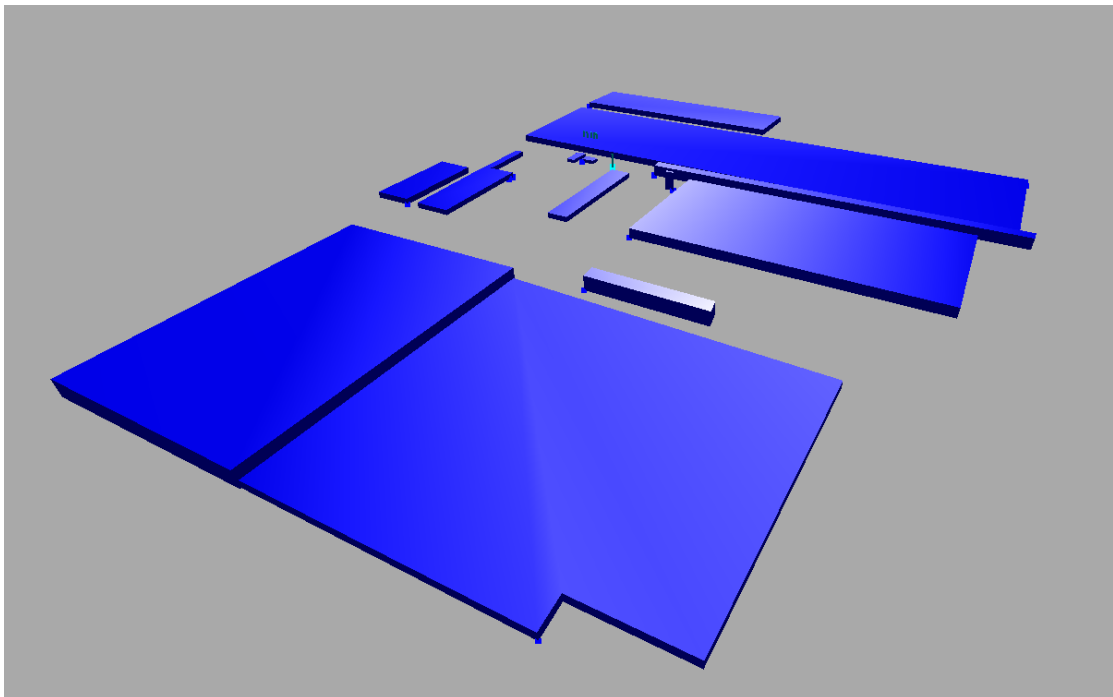


Studio di diffusione da emissioni convogliate

Nuovo impianto di trigenerazione all'interno dell'Unità Operativa di Fenice S.p.A. presso GE AVIO di Rivalta (TO)



maggio 2020

A cura di

MAIND S.r.l

P.zza L. Da Vinci, 7

20133 Milano

Sommario

1. Introduzione.....	3
2. Riferimenti normativi	3
3. Inquadramento-caratterizzazione dell' area di studio	4
4. Il modello di calcolo utilizzato	6
4.1. I dati di input richiesti dal sistema	6
4.2. I dati geofisici	7
4.3. I dati meteorologici.....	10
5. Caratterizzazione delle emissioni	12
5.1. I dati strutturali ed emissivi delle sorgenti	13
5.2. La valutazione dell'effetto Building Downwash	14
6. I risultati delle simulazioni	15
6.1. Risultati numerici degli indicatori di qualità dell'aria	15
6.1.1. Scenario Ante Operam – valori calcolati degli indicatori di QA	15
6.1.2. Scenario Post Operam – valori calcolati degli indicatori di QA	16
6.1.3. Aree boschive di rilevanza.....	17
6.2. Distribuzioni spaziali degli indicatori di qualità dell'aria – Scenario “Ante Operam”	18
6.2.1. Distribuzioni spaziali di NO2 – Scenario Ante Operam	18
6.2.2. Distribuzioni spaziali di CO – Scenario Ante Operam	20
6.3. Distribuzioni spaziali degli indicatori di qualità dell'aria – Scenario “Post Operam”	21
6.3.1. Distribuzioni spaziali di NO2 – Scenario Post Operam	21
6.3.2. Distribuzioni spaziali di CO – Scenario Ante Operam	23
7. Valutazione del fondo per gli inquinanti NO2 e CO.....	25
8. Considerazioni conclusive	28
Riferimenti.....	30
Indice delle figure.....	31
Appendice 1 - Analisi dati meteorologici	32
Appendice 2 - Valutazione dei coefficienti di Building Downwash.....	40
Appendice 3 - La procedura Arm2	45
Appendice 4 - Schedulazione del funzionamento orario delle caldaie in fase Post Operam	48

1. Introduzione

L'oggetto dello studio è l'analisi previsionale della diffusione in atmosfera e della ricaduta al suolo dei seguenti inquinanti

- NO₂
- CO

emessi dalle attività svolte dal nuovo impianto di trigenerazione da 12,6 MWt all'interno dell'Unità Operativa di Fenice S.p.A. presso GE AVIO di Rivalta (TO), relativamente ai seguenti due scenari

- Scenario 1: Stato di fatto - situazione attuale (Ante Operam)
- Scenario 2: Stato di progetto – situazione futura (Post Operam)

Lo studio diffusionale verrà effettuato utilizzando opportuni modelli matematici in grado di valutare la meteorologia tridimensionale dell'area e la diffusione degli inquinanti tenendo conto delle caratteristiche orografiche della zona e le caratteristiche costruttive ed emissive dell'impianto secondo le specifiche fornite dal gestore dell'impianto.

2. Riferimenti normativi

Lo studio di diffusione verrà svolto secondo le indicazioni definite dalla normativa Italiana vigente in termini di qualità dell'aria rappresentata dal DLGS 13 agosto 2010 n. 155 e sue estensioni.

Per gli inquinanti considerati nello studio i valori di riferimento per le concentrazioni al suolo sono riportati in Tabella 1. L'intervallo temporale di valutazione è rappresentato dall'anno civile considerato su base oraria.

Tabella 1: Indicatori di riferimento di qualità dell'aria adottati nello studio

Sostanza chimica	Aggregazione temporale	Indicatore	Valori limite
NO ₂	1 ora	Massimo orario	200 (µg/m ³) [18 sup. - 99.8 %]
	Anno civile	Media annuale	40 (µg/m ³)
CO	8 ore	Massimo della media mobile su 8 ore	(10 mg/m ³)

NOTA: i valori limite per i quali è consentita una tolleranza in termini di numero di superamenti su base annua/giornaliera verranno trattati per chiarezza di rappresentazione grafica, in modo equivalente in termini di "percentili".

3. Inquadramento-caratterizzazione dell' area di studio

L'Unità Operativa di Fenice S.p.A. presso GE AVIO è dislocata all'estremo NW del comprensorio industriale a sud del territorio comunale di Rivalta di Torino (TO). L'area è fortemente urbanizzata e il comprensorio industriale si trova in posizione baricentrale rispetto agli abitati di Orbassano (circa 3 km ENE), Piossasco (circa 2.5 km WSW), Bruino (circa 3 km NW), Gerbole (circa 3 km SE) e Rivalta di Torino (circa 3.5 km N).

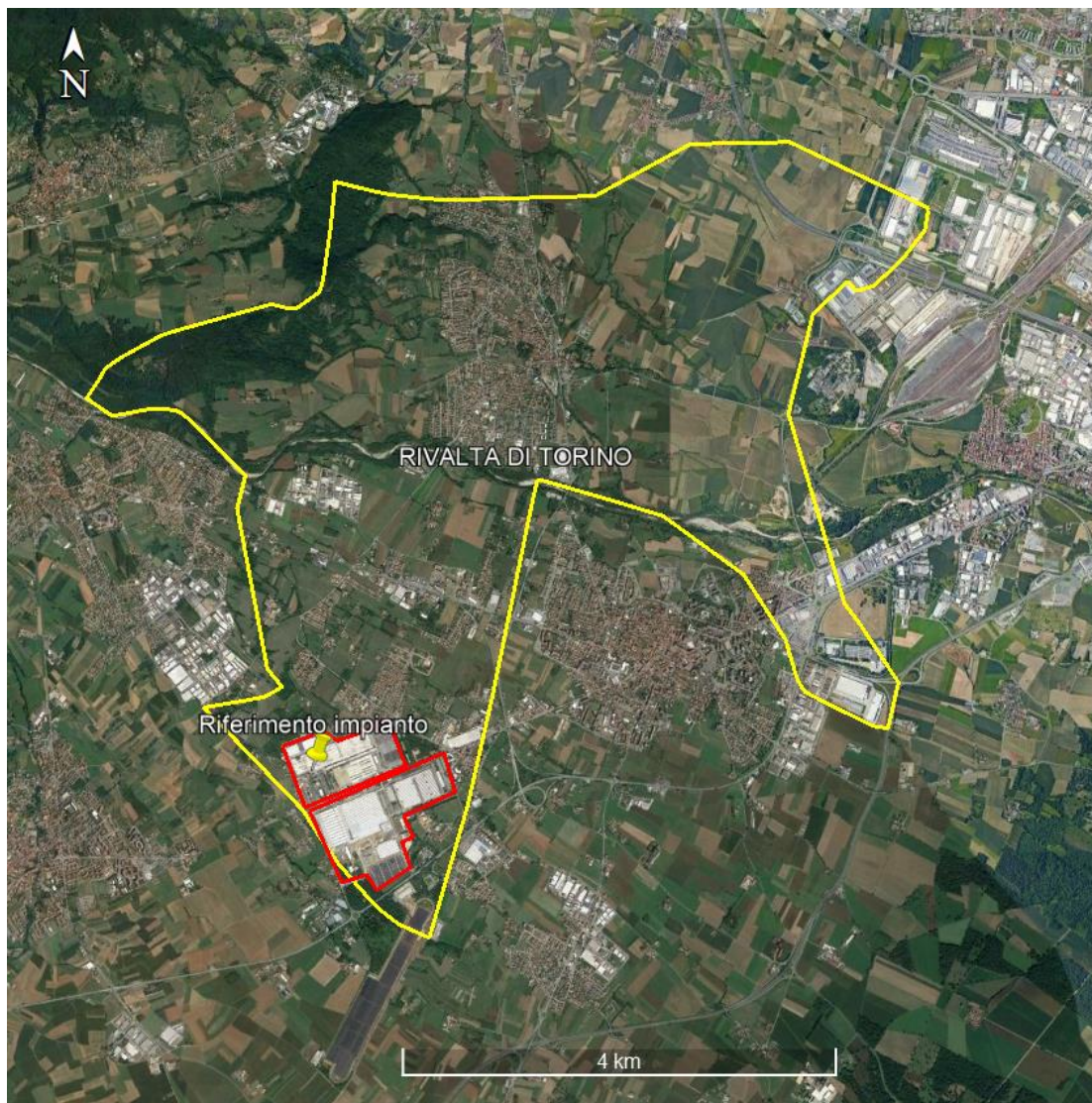


Figura 1: Inquadramento geografico del sito

Il comune di Rivalta di Torino, comune di circa 20000 abitanti è inserito nell' area metropolitana di Torino da cui è situato a circa 15 km sud-ovest. Il territorio comunale si estende su una superficie di circa 2500 ettari in area pianeggiante ad una quota orografica media di 290 metri sul livello del mare. Nonostante i dislivelli orografici massimi all'interno del territorio comunale non superino di fatto qualche decina di metri, la sua posizione a ridosso dei rilievi alpini di Nord Ovest lo rende, dal punto di vista geomorfologico e meteorologico, un'area complessa.

Questa posizione geomorfologica risulta importante perché influenza la climatologia dell'area, e di conseguenza le caratteristiche diffusionali dell'atmosfera, con venti prevalenti dai settori Nord, NW e NE (vedere § 4.3) guidati dalla presenza dell'arco alpino ma con intensità mediamente moderata tipica delle zone di pianura.

L'area geografica considerata nello studio diffusionale è rappresentata da un dominio di 8.5 x 8.5 km² (**Figura 2**) definita in modo tale da includere completamente le aree limitrofe all'impianto potenzialmente interessate dalle ricadute al suolo degli inquinanti emissioni dell'impianto in esame.

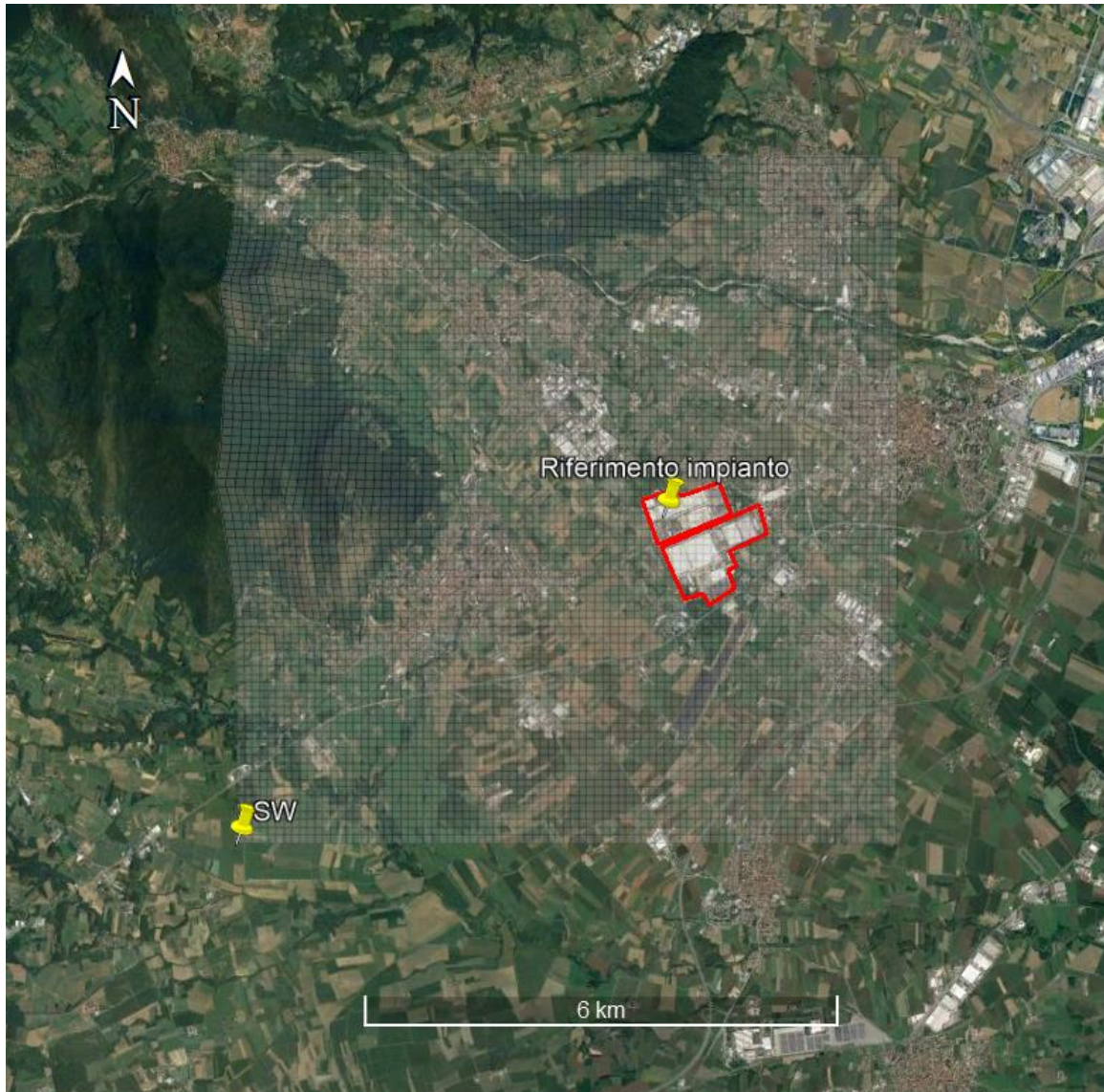


Figura 2: Area definita come dominio per lo studio diffusionale

Le caratteristiche definite per il dominio di calcolo diffusivo sono le seguenti:

Coordinate origine del dominio (angolo Sud - Ovest)

X_{UTM} [fuso 32 WGS84] = 376083.00 m E [7°25'43.85"E]
 Y_{UTM} [fuso 32 WGS84] = 4979710.00 m N [44°57'36.08"N]

n_x (numero di recettori di griglia in direzione Ovest - Est) = 85
 n_y (numero di recettori di griglia in direzione Sud - Nord) = 85
 dx (distanza tra i recettori in direzione Ovest - Est) = 100 m
 dy (distanza tra i recettori in direzione Sud - Nord) = 100 m

Coordinate posizione di riferimento dell'impianto:

X_{UTM} [fuso 32 WGS84] = 381537.00 m E [7°29'49.31"E]
 Y_{UTM} [fuso 32 WGS84] = 4983726.00 m N [44°59'49.53"N]

4. Il modello di calcolo utilizzato

Il modello utilizzato per lo svolgimento dei calcoli di diffusione è il sistema diffusivo CALPUFF (/1/, /2/) sviluppato da Earth Tech Inc. su richiesta del California Air Resources Board (CARB) e del U.S. Environmental Protection Agency (US EPA). Il sistema è costituito dai seguenti modelli:

- CALMET:** Preprocessore meteorologico per la preparazione dei campi di vento dinamici, tridimensionali e a divergenza nulla per il modello CALPUFF. I campi meteorologici vengono ricostruiti a partire da dati misurati di superficie e da dati misurati di profilo verticale del vento in presenza di orografia complessa;
- CALPUFF:** Modello diffusivo lagrangiano a puff gaussiani. Il modello permette di studiare la diffusione tridimensionale dinamica di inquinanti emessi da diverse tipologie di sorgenti (puntuali, areali, volumetriche e lineari); il modello può essere utilizzato in presenza di situazioni di calma di vento;
- CALPOST:** Programma di post-processamento dei risultati di concentrazione e deposizione ottenuti da CALPUFF

Il sistema CALPUFF è configurato complessivamente come un sistema diffusivo tridimensionale non stazionario multi-sorgente.

CALMET è il processore meteorologico del sistema che permette la ricostruzione del campo meteo tridimensionale dinamico all'interno del dominio di studio partendo da dati misurati da più stazioni meteorologiche che rilevano sia dati di superficie che di profilo verticale del vento considerando le caratteristiche geomorfologiche dell'area (orografia complessa, caratteristiche di uso del suolo, presenza di calme di vento ed effetti termici particolari) consentendo la valutazione delle traiettorie fluidodinamiche lungo le quali verranno trasportati i "puff" di inquinante emessi dalle varie sorgenti emissive. CALMET inoltre fornisce la valutazione di tutte le variabili "micro meteorologiche" necessarie per definire la distribuzione spaziale oraria dello stato di stabilità atmosferica permettendo la valutazione della diffusione degli inquinanti all'interno dei puff emessi considerando gli effetti della turbolenza atmosferica.

CALPUFF è un modello di dispersione atmosferica non stazionario a puff. È adatto alla simulazione della dispersione di emissioni da sorgenti industriali, anche multiple. Permette di calcolare la deposizione secca e umida, gli effetti di scia dovuti agli edifici, la dispersione da sorgenti puntiformi, areali o volumetriche, l'innalzamento graduale del pennacchio in funzione della distanza dalla sorgente, l'influenza dell'orografia del suolo sulla dispersione, la dispersione in casi di venti deboli o assenti. I coefficienti di dispersione sono calcolati utilizzando i parametri di turbolenza (u^* , w^* , LMO) calcolati da CALMET, anziché dalle classi di stabilità Pasquill-Gifford-Turner. In CALPUFF la turbolenza è quindi descritta da funzioni continue anziché discrete ed in termini di flussi convettivi e/o stabilità del PBL (Planetary Boundary Layer). Durante i periodi in cui lo strato limite ha struttura convettiva, la distribuzione delle concentrazioni all'interno di ogni singolo puff è gaussiana sui piani orizzontali, ma asimmetrica sui piani verticali, cioè tiene conto della asimmetria della funzione di distribuzione di probabilità delle velocità verticali. In altre parole, il modello simula gli effetti sulla dispersione dovuti ai moti ascendenti e discendenti dell'aria tipici delle ore più calde della giornata e dovuti ai vortici di grande scala.

CALPOST è il programma normalmente utilizzato dal sistema per il post-processamento delle serie orarie di concentrazioni calcolate da CALPUFF; per questo studio CALPOST è stato sostituito dal post-processore "RunAnalyzer" sviluppato da MAIND S.r.l. /3/ che, contrariamente a CALPOST, permette la valutazione dei vari percentili delle concentrazioni di picco orarie come richiesto dalla normativa di riferimento adottata nello studio.

Il sistema CALPUFF è uno dei "preferred models" adottati ufficialmente da US EPA per la valutazione della qualità dell'aria come da "Appendix W part 51 - Guideline on Air Quality Models. Federal Register, Vol. 68, NO. 72, Tuesday, April 15, 2003/Rules and Regulation). Le caratteristiche complessive del sistema CALPUFF lo rendono compatibile con le specifiche UNI 10796:2000 scheda 4 tipologia 3.

4.1. I dati di input richiesti dal sistema

L'esecuzione del sistema CALPUFF richiede la predisposizione dei seguenti dati di input:

- dati geofisici: dati orografici e di uso del suolo del dominio di calcolo
- dati meteorologici: serie orarie di dati di superficie e di profili verticali
- dati emissivi: dati strutturali del camino e fattori di emissione

4.2. I dati geofisici

L'input geofisico è costituito dalla descrizione delle caratteristiche orografiche e di uso del suolo del dominio spaziale utilizzato per la ricostruzione del campo meteorologico orario tridimensionale che verrà utilizzato per il calcolo diffusivo. Tale campo meteorologico viene ricostruito dal processore meteorologico CALMET che congloba tali caratteristiche geofisiche ai valori delle variabili meteorologiche disponibili nell'area attraverso opportune tecniche di interpolazione. Per poter ricostruire al meglio la caratterizzazione meteorologica dell'area in funzione della sua geomorfologia è in genere conveniente definire la dimensione del dominio meteorologico più grande di quello che sarà poi il dominio di calcolo diffusivo; la dimensione del dominio meteorologico dovrà essere tale da conglobare le caratteristiche orografiche predominanti dell'area con una risoluzione spaziale alla scala geomorfologica locale.

In questo caso è stato considerato un dominio meteorologico costituito da un'area di 15x15 km² centrata sull'impianto in esame (Figura 3) con le seguenti caratteristiche:

Coordinate origine del dominio (angolo Sud - Ovest)

X_{UTM} [fuso 32 WGS84] = 534596.00 m E [7°24'26.91"E]
 Y_{UTM} [fuso 32 WGS84] = 5046784.00 m N [44°55'49.69"N]

n_x (numero di recettori di griglia in direzione Ovest - Est) = 30
 n_y (numero di recettori di griglia in direzione Sud - Nord) = 30
 dx (distanza tra i recettori in direzione Ovest - Est) = 500 m
 dy (distanza tra i recettori in direzione Sud - Nord) = 500 m

Coordinate posizione di riferimento dell'impianto:

X_{UTM} [fuso 32 WGS84] = 381537.00 m E [7°29'49.31"E]
 Y_{UTM} [fuso 32 WGS84] = 4983726.00 m N [44°59'49.53"N]

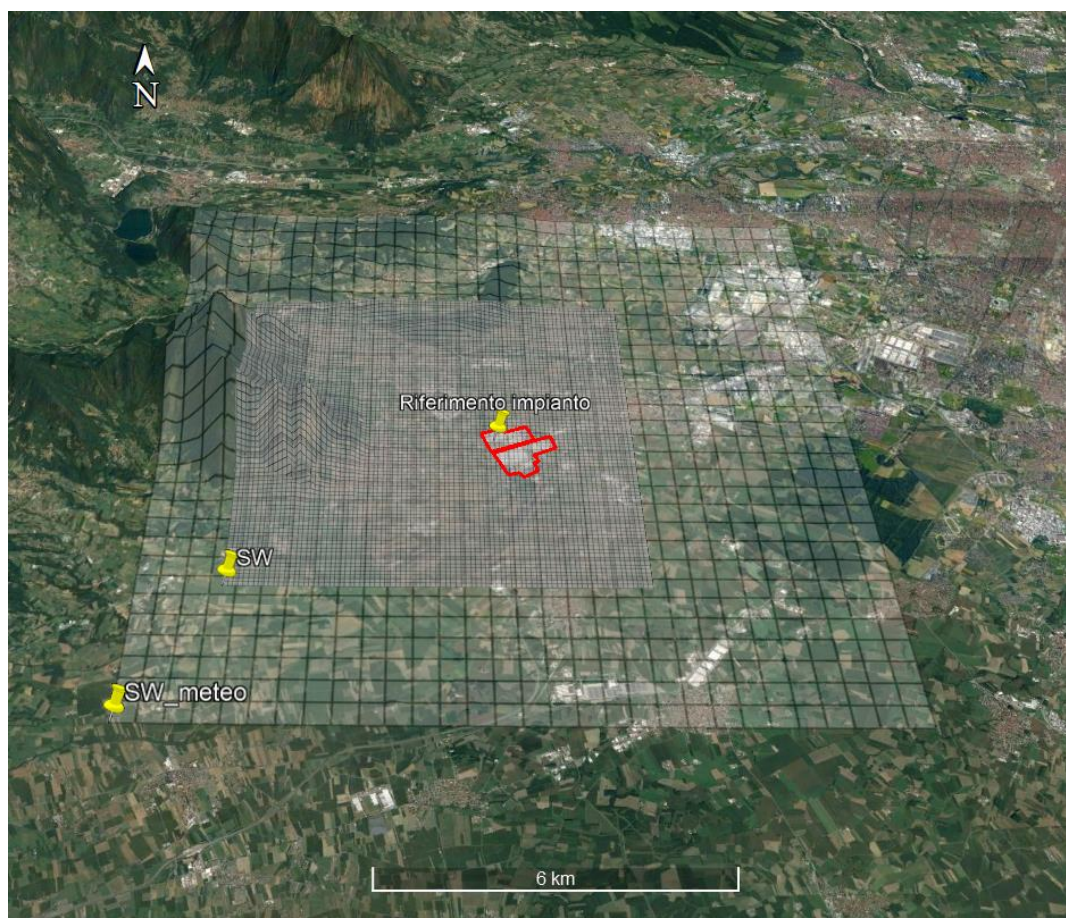


Figura 3: Dominio di calcolo meteorologico (con evidenziazione dominio diffusivo)

L'orografia del dominio meteorologico è stata estratta dal DTM NASA SRTM (dati orografici interpolati a 100 m del territorio italiano /4/).

I parametri di uso del suolo utilizzati nella preparazione del file geofisico del sistema CALPUFF sono stati definiti attraverso l'abbinamento dei parametri di uso suolo USGS /5/ con la classificazione europea di copertura e uso del suolo CORINE Land Cover (/6/). Ogni cella del dominio di calcolo è stata classificata nei termini precedentemente descritti e ad ognuna di esse sono stati assegnati i parametri riportati nella tabella seguente:

ID	Descrizione CORINE Land Cover	Parametri USGS					
		Rugosità sup. (m)	Albedo	Rapporto di Bowen	F. calore al suolo	F. calore antrop.	Indice del fogliame
11	Zone urbanizzate	1.00	0.18	1.5	0.25	0	0.2
12	Zone industriali, commerciali ed infrastrutturali	0.02	0.26	1	0.15	0	0.5
13	Zone estrattive, cantieri, discariche etc.	0.02	0.26	1	0.15	0	0.5
14	Zone verdi artificiali non agricole	0.25	0.15	1	0.15	0	3
21	Seminativi	0.25	0.15	0.5	0.15	0	3
22	Colture permanenti	0.25	0.15	0.5	0.15	0	3
23	Prati stabili	0.25	0.15	1	0.15	0	3
24	Zone agricole eterogenee	0.06	0.2	1	0.15	0	0.5
31	Zone boscate	2.00	0.15	1	0.15	0	7
32	Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva	0.02	0.1	0.1	0.25	0	1
33	Zone aperte con vegetazione rada o assente	0.10	0.25	1	0.15	0	0.05
41	Zone umide interne	0.20	0.1	0.1	0.25	0	1
51	Acque continentali	0.00	0.1	0	0.15	0	0

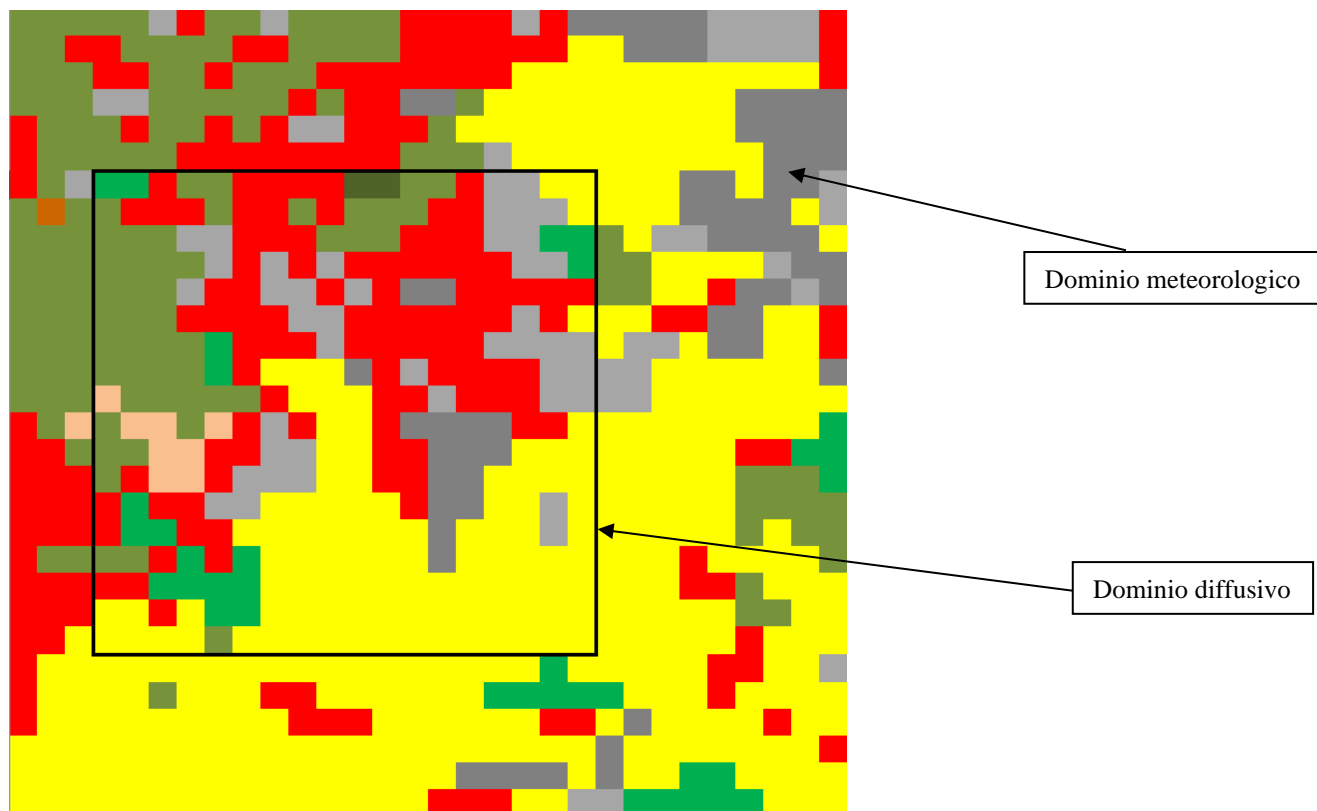


Figura 4: Distribuzione spaziale dei parametri di uso del suolo nel dominio meteo (nell'immagine viene evidenziato il dominio diffusivo)

Nell'area limitrofa all'impianto sono presenti diversi comuni ed alcune frazioni abitative sparse, per tener conto di queste caratteristiche di urbanizzazione del territorio sono stati individuati all'interno di un cerchio di raggio 2.5 km, alcuni recettori particolari che identificano siti di particolare interesse dal punto di vista dell'impatto emissivo dell'impianto.

La Tabella 2 seguente riporta le caratteristiche geografiche dei recettori individuati mentre la Figura 5 ne mostra la posizione rispetto all'impianto.

Tabella 2: Recettori particolari presenti nel dominio di calcolo

ID	Recettore	Coordinate UTM fuso 32 (m)		Quota m (s.l.m)	Distanza da impianto (m)
R1	Centro Ippico La Cerrina	381235	4985234	301	1500 N
R2	La Cerrina Race Track	380905	4984142	293	700 NW
R3	Attività Fraz. Gerbole	382161	4984372	289	900 NE
R4	Madonna della Mercedes	381996	4984742	291	1200 NE
R5	Centro Sportivo San Paolo IMI e zona commerciale	382493	4985368	291	1900 NE
R6	Centro sportivo - piscina Laura Vicuna	382589	4983216	278	1100 SE
R7	Scuola Tetti Francesi elementare e materna	382874	4983742	281	1300 E
R8	Chiesa Immacolata concezione di Maria e oratorio	382836	4983710	281	1250 E
R9	Centro per anziani	382836	4983656	281	1250 E
R10	Ufficio postale	382915	4983862	281	1400 ENE
R11	Scuola materna Andersen	380354	4983062	290	1400 SW
R12	Centro commerciale Famila	381364	4983340	284	400 m SSW
R13	Coop Piosasco	380018	4982868	291	1800 SW
R14	Area boschiva	381313	4984082	291	500 m NW



Figura 5: Posizione dei recettori particolari all'interno del dominio diffusivo

4.3. I dati meteorologici

Per l'applicazione del modello CALPUFF sull'area è stato ricostruito un campo meteorologico tridimensionale, relativamente all'ultimo anno meteorologico completo (anno 2019) in grado di rappresentare le caratteristiche dinamiche del trasporto dell'inquinante in corrispondenza alle caratteristiche geomorfologiche locali; in particolare per le simulazioni effettuate il campo è stato ricostruito con una definizione spaziale di 500 m.

Per la ricostruzione del campo meteorologico tridimensionale il modello CALMET richiede la presenza di

almeno una serie oraria completa dei seguenti dati di superficie:

- velocità del vento (m/s)
- direzione di provenienza del vento (° da nord)
- temperatura aria (° C)
- pressione atmosferica (mbar)
- copertura del cielo (decimi)
- altezza della base delle nubi (centinaia di piedi)
- precipitazione (mm/h) (opzionale – non richiesta nel caso degli odori)

almeno una serie completa con frequenza almeno di 12 ore di profili verticali di:

- velocità del vento (m/s)
- direzione di provenienza del vento (° da nord)
- temperatura aria (° C)
- pressione atmosferica (mbar)

In presenza di questi dati il modello CALMET è in grado di calcolare internamente, secondo schemi US-EPA approved per i quali si rimanda alla documentazione del modello CALMET /1/ per ulteriori dettagli tecnici, tutti i parametri micrometeorologici, quali horizontal friction velocity (u^*), vertical friction velocity (w^*), l'altezza di rimescolamento (mixing height), il grado di stabilità atmosferica e di valutare il trasporto dell'inquinante nello spazio tridimensionale.

Per la ricostruzione del campo meteorologico 3D, non essendo disponibili né stazioni meteorologiche SYNOP-ICAO né stazioni sito-specifiche locali ritenute significative per l'area di interesse dello studio diffusivo, si è fatto ricorso al modello climatologico WRF (WEATHER RESEARCH AND FORECASTING MODEL di UCAR/NCAR University Corporation for Atmospheric Research) /17/.

In mancanza di dati misurati significativi per l'area in esame, il modello WRF viene utilizzato in questi casi per effettuare il "downscale" spaziale a scala regionale dei dati meteorologici prodotti dai modelli climatologici a scala globale come ad esempio il modello europeo ECMWF.

Le elaborazioni fatte attraverso il modello WRF hanno restituito serie annuali orarie di dati sia di superficie che di profilo verticale con una risoluzione spaziale di 4 km x 4 km risoluzione ancora troppo poco accurata per la caratterizzazione meteorologica del sito la cui scala geomorfologica risulta dell'ordine dei 500/1000 m quindi i dati prodotti da WRF sono stati utilizzati come stazioni virtuali posizionate al centro delle celle di calcolo WRF e rielaborati con il modello CALMET per riportarli alle caratteristiche geomorfologiche locali

Il modello CALMET ricostruisce per interpolazione 3D "mass consistent", pesata sull'inverso del quadrato della distanza, un campo iniziale tridimensionale (FIRST GUESS) che viene modificato per incorporare gli effetti geomorfologici ed orografici del sito in esame alla risoluzione spaziale specificata; su questo campo meteo (STEP 1) vengono in un secondo tempo reinserite le osservabili misurate per ottenere il campo finale (STEP 2) all'interno del quale vengono recuperate le informazioni sito-specifiche delle misure meteo locali.

Per informazioni più dettagliate sul funzionamento del preprocessore CALMET si deve fare riferimento alla documentazione originale del modello al seguente link

http://www.src.com/calpuff/download/MMS_Files/MMS2006_Volume2_CALMET_Preprocessors.pdf

La figura seguente mostra la rosa dei venti ricavata per l'anno 2019 relativa alla cella del dominio di calcolo di 500x500 m contenente l'impianto.

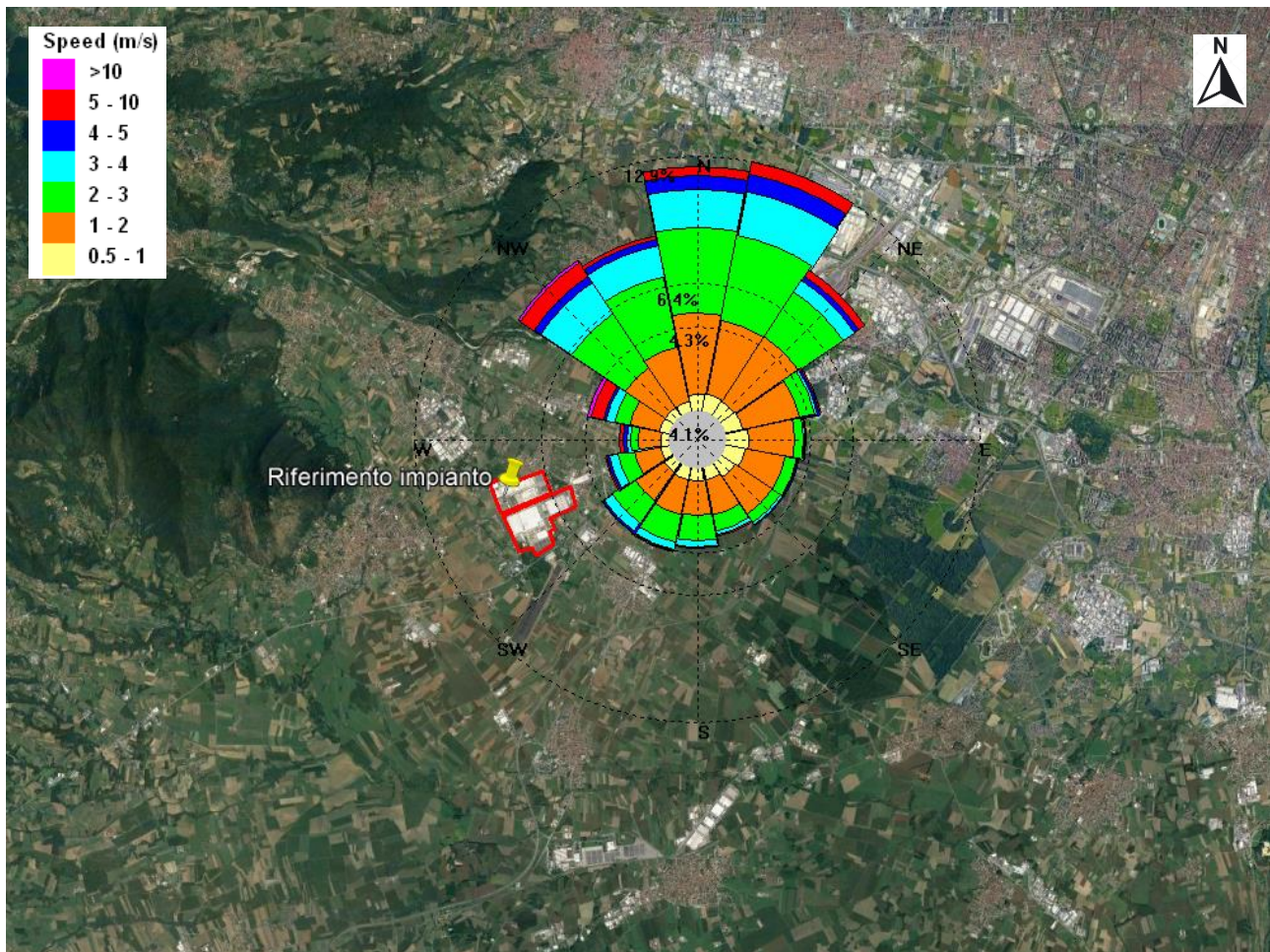


Figura 6: Rosa dei venti ricostruita per il sito dell'impianto per l'anno 2019

La rosa dei venti riportata nella figura precedente mostra le caratteristiche tipiche della circolazione prealpina dell'Italia del Nord-Ovest caratterizzata prevalentemente da venti dai settori da N "guidati" dalla presenza dei rilievi alpini a ridosso del sito dai quali provengono anche i venti di maggiore intensità.

La rosa dei venti riportata in figura mostra come l'area dello studio sia soggetta alla tipica circolazione presente in questa zona di transizione tra il confine Nord della Pianura Padana lombarda e l'inizio della fascia prealpina lombarda; in quest'area la circolazione media è caratterizzata da venti prevalentemente provenienti da N-NE guidata dalla configurazione geomorfologica dell'arco alpino; nell'area sono però ancora presenti e percepibili caratteristiche tipiche della circolazione padana come la circolazione lungo la direttrice e la scarsa intensità media dei venti.

Nella zona dell'impianto si hanno principalmente venti di intensità compresa nell'intervallo [1 – 3] m/s con una insidenza medio bassa di situazioni di calma di vento nell'ordine del 4 % delle situazioni orarie annuali; dal punto di vista climatologico l'atmosfera presenta caratteristiche mediamente neutre, condizioni non particolarmente favorevole alla diffusione degli inquinanti emessi.

Per un'analisi più dettagliata si rimanda all'Appendice 1 di questa relazione.

5. Caratterizzazione delle emissioni

Nello studio presentato è stata analizzata l'emissione di NOx e CO relativamente ai seguenti due scenari emissivi

- Scenario 1: Stato di fatto - Ante Operam
- Scenario 2: Stato di progetto – Post Operam

Lo scenario 1, che rappresenta la situazione attuale (Stato di fatto), prevede la presenza di cinque camini emissivi di NOx e CO (B101, B102, B103, B104 e B105) con operatività di 8760 h/anno la cui posizione è riportata nella figura seguente; nello scenario futuro (Stato di progetto) si prevede la realizzazione di un nuovo camino emissivo di NOx e CO (camino C6 – Nuovo Trigenerazione indicato in rosso nella figura); nello scenario Post Operam (di progetto) si è prevista una autolimitazione dalle potenziali 8760 ore autorizzate a 5000 ore/anno massimo per ciascun generatore per compensare l'aumento delle emissioni legate al nuovo camino

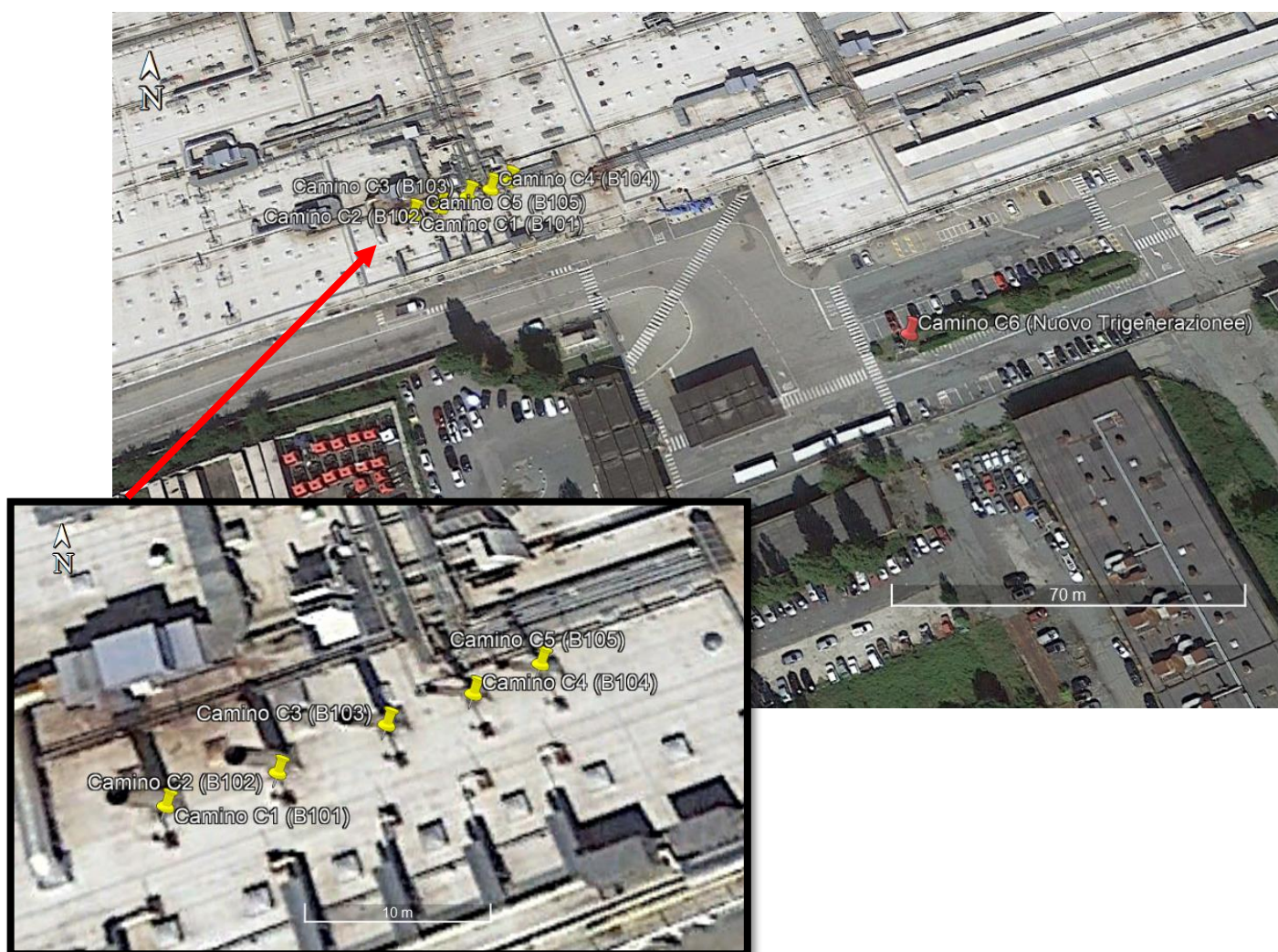


Figura 7: Posizione delle sorgenti emissive – (Scenario 1 - Scenario 2)

Le caratteristiche strutturali dei camini emissivi sono riportate nelle tabelle del paragrafo seguente

Le caratteristiche costruttive dei camini che saranno considerati nonché la loro posizione che, come si può vedere dalla figura è a ridosso se non addirittura sulla copertura degli stessi edifici che costituiscono l'impianto, rende necessario considerare gli effetti degli edifici sulla diffusione e ricaduta degli inquinanti emessi; nella valutazione degli scenari verrà quindi inserita la valutazione degli effetti di "Building downwash" come descritto nel successivo § 5.2.

5.1. I dati strutturali ed emissivi delle sorgenti

Nelle tabelle seguenti sono indicati i dati strutturali ed emissivi delle sorgenti indicate nel paragrafo precedente; tali informazioni sono state fornite dal gestore come dedotte dalle documentazioni progettuali dell'impianto.

Tabella 3: Caratteristiche strutturali dei camini (scenario Ante Operam)

	X (m) fuso UTM 32	Y (m) fuso UTM 32	Quota base del camino [m. s.l.m.]	Altezza camino [m] ⁽¹⁾	Scenario Ante Operam			
					Diametro [m]	Temperatura Fumi [K]	Velocità fumi [m/s]	Portata fumi secchi (3% O ₂) [Nm ³ /h]
B101	381478	4983737	284	15	1.3	423.15	7.0	18307
B102	381484	4983739	284	15	1.3	423.15	7.0	18307
B103	381490	4983742	284	15	1.0	423.15	7.0	11228
B104	381495	4983744	284	15	0.7	453.15	8.0	5848
B105	381499	4983746	284	15	0.7	453.15	8.0	5848

Tabella 4: Caratteristiche strutturali dei camini (scenario Post Operam)

	X (m) fuso UTM 32	Y (m) fuso UTM 32	Quota base del camino [m. s.l.m.]	Altezza camino [m] ⁽¹⁾	Scenario Post Operam			
					Diametro [m]	Temperatura Fumi [K]	Velocità fumi [m/s]	Portata fumi secchi (3% O ₂) [Nm ³ /h]
B101	381478	4983737	284	15	1.3	423.15	7.0	18307
B102	381484	4983739	284	15	1.3	423.15	7.0	18307
B103	381490	4983742	284	15	1.0	423.15	7.0	11228
B104	381495	4983744	284	15	0.7	453.15	8.0	5848
B105	381499	4983746	284	15	0.7	453.15	8.0	5848
C6-NT	381588	4983706	284	15	0.8	393.15	21	41907 (*)

(*) (15% O₂)

Tabella 5: Caratteristiche emissive dei camini (Inquinante NOx)

Inquinante	Scenario Ante Operam			Scenario Post Operam			
	Concentrazione nei fumi (3% O ₂) [mg/Nm ³]	Emissione [g/s]	Regime di funzionamento h/anno	Concentrazione nei fumi (3% O ₂) [mg/Nm ³]	Emissione [g/s]	Regime di funzionamento h/anno	
B101	NO _x	150	0.76	8760	150	0.76	5000
B102	NO _x	150	0.76	8760	150	0.76	5000
B103	NO _x	150	0.47	8760	150	0.47	5000
B104	NO _x	150	0.24	8760	150	0.24	5000
B105	NO _x	150	0.24	8760	150	0.24	5000
C6-NT	NO _x	/	/	/	95 (*)	1.11	8760

(*) (15% O₂)

Tabella 6: Caratteristiche emissive dei camini (Inquinante CO)

Inquinante	Scenario Ante Operam			Scenario Post Operam			
	Concentrazione nei fumi (3% O ₂) [mg/Nm ³]	Emissione [g/s]	Regime di funzionamento h/anno	Concentrazione nei fumi (3% O ₂) [mg/Nm ³]	Emissione [g/s]	Regime di funzionamento h/anno	
B101	CO	100	0.51	8760	100	0.51	5000
B102	CO	100	0.51	8760	100	0.51	5000
B103	CO	100	0.31	8760	100	0.31	5000
B104	CO	100	0.16	8760	100	0.16	5000
B105	CO	100	0.16	8760	100	0.16	5000
C6-NT	CO	/	/	/	120 (*)	1.40	8760

(*) (15% O₂)

Nello scenario Ante Operam per le caldaie B101, B102, B103, B105 e B105 vengono considerate emissioni h 24 quindi per 8760 ore/anno mentre nello scenario Post Operam le emissioni di questi camini vengono rimodulate su una base di 5000 h/anno secondo una schedulazione oraria di riferimento che è riportata nell'Appendice 4 dello studio

5.2. La valutazione dell'effetto Building Downwash

L'effetto "Building Downwash" descrive l'interazione tra il pennacchio emesso da un camino e la scia turbolenta generata da edifici disposti nelle sue vicinanze; l'effetto risulta particolarmente evidente in caso di edifici piuttosto vicini e di altezza confrontabile con quella del camino stesso; questa interazione ha l'effetto di variare sia la quota dell'asse del pennacchio emesso che la sua diluizione influenzando sui valori di concentrazione degli inquinanti al suolo specialmente nelle aree vicine alla sorgente emissiva.

La precedente **Figura 5** mostra la posizione "in pianta" dei camini emissivi presenti all'interno dell'impianto mentre nella Figura 8 ne viene riportata la ricostruzione tridimensionale prodotta in base a rilievi relativi allo stato attuale dell'impianto; rispetto a tale ricostruzione, lo stato di progetto prevede l'inserimento del nuovo camino C6 Nuova Trigenerazione.

Il modello CALPUFF tratta l'effetto "Building Downwash" utilizzando gli schemi di Huber-Snyder /13/ e Schulman-Scire /13/ secondo la metodologia US EPA PRIME (Plume Rise Model Enhancements) /12/; tale metodologia permette, a partire dalle **reali** dimensioni (altezza, larghezza e profondità) degli edifici e della loro effettiva posizione in pianta rispetto al camino, di valutare l'effetto scia degli edifici attraverso la definizione di coefficienti che esprimono le **effettive** dimensioni (larghezza, altezza e profondità) degli edifici o strutture di edifici "sperimentate" dal camino a seconda della direzione di provenienza del vento. Il modello BPIP calcola questi coefficienti per ognuno dei 36 settori angolari di 10° che compongono la rosa dei venti.

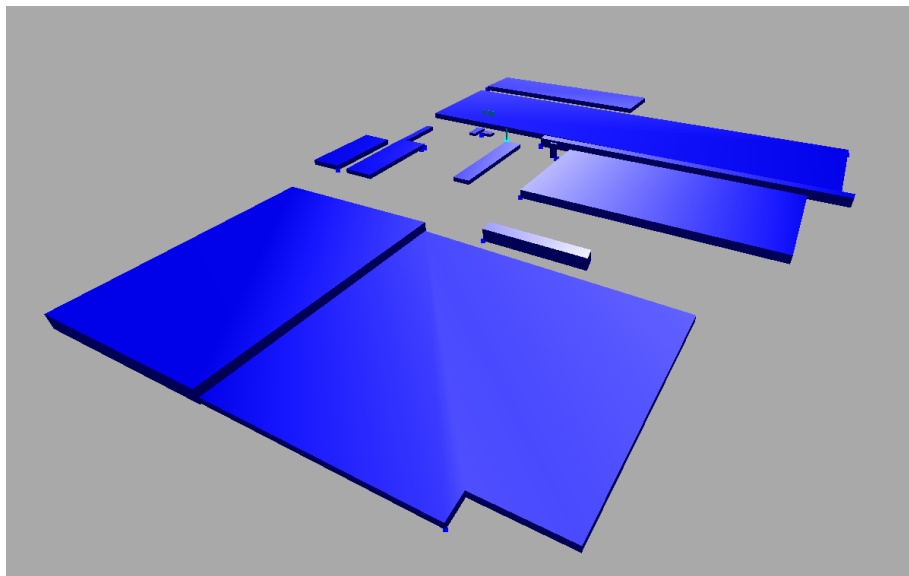


Figura 8: Rappresentazione tridimensionale del comprensorio industriale di Rivalta (TO)

I parametri da specificare relativamente ad ogni camino emissivo (considerato al centro dello spazio) e per ogni settore angolare di 10° sono i seguenti

- Dir = direzione media dell'asse del cono visuale di 10°
- Bh = altezza massima ostacoli per settore di direzione
- Bw = spessore massimo ostacoli per settore di direzione
- Bl = lunghezza massima ostacoli per settore di direzione
- Xbadj, Ybadj = parametri dimensionali della scia turbolenta per settore di direzione

I coefficienti utilizzati per queste simulazioni basati sulla ricostruzione tridimensionale sono stati calcolati utilizzando il modello BPIP-PRIME di US EPA /12/ e sono riportati nelle tabelle dell'Appendice 2.

6. I risultati delle simulazioni

In questo paragrafo vengono riportati i risultati delle simulazioni effettuate, sia in termini numerici/tabellari che come distribuzione spaziale in forma grafica attraverso curve di iso-concentrazione, relativamente alle concentrazioni al suolo derivanti dalle sole emissioni dell'impianto considerato.

I risultati riportati di seguito si riferiscono ai valori massimi degli indicatori di qualità dell'aria descritti nel § 2-Tabella 1, calcolati sia sul dominio spaziale complessivo (recettori di griglia) che nei recettori sensibili descritti nel precedente § 4.2 - Tabella 2 a partire dalle ipotesi emissive descritte nel precedente §5.1.

6.1. Risultati numerici degli indicatori di qualità dell'aria

Nelle tabelle seguenti il valore degli indicatori relativi all'inquinante NO2 sono stati ottenuti valutando, secondo la metodologia Arm2 di US-EPA, **la sola componente di NO2** all'interno della miscela di NOx considerata in emissione come descritto nel precedente § 5.1. Per ulteriori dettagli si veda la nota riportata alla fine del paragrafo e l'Appendice 3

6.1.1. Scenario Ante Operam – valori calcolati degli indicatori di QA

Tabella 7: Valori massimi di ricaduta nel dominio di calcolo – Scenario Ante Operam

Media temporale	Concentrazione massima calcolata ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Coordinate del punto di massimo [UTM 33 (m)]		Valore Limite ex. DLGS 13-8-10 n. 155 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		Distanza dal punto di emissione		
NO2				
media annua	9.51	381433	4983560	40
		Interno impianto		
99.8 % dei valori massimi orari	125	381533	4983660	200
		Interno impianto		
CO				
massimo media mobile di 8h	0.075 (mg/m^3)	381433	4983660	10 (mg/m^3)
		Interno impianto		

Tabella 8: Valori massimi di ricaduta nei recettori particolari – Scenario Ante Operam

Recettore	x (m) UTM32	y (m) UTM32	NO2		CO
			media annua	99.8% max. orari	max. media mobile di 8h
			Soglia 40 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Soglia 200 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Soglia 10 (mg/m^3)
R1	381235	4985234	0.31	14.50	0.0095
R2	380905	4984142	0.80	21.80	0.0104
R3	382161	4984372	0.71	29.80	0.0145
R4	381996	4984742	0.58	22.20	0.0133
R5	382493	4985368	0.29	13.70	0.0096
R6	382589	4983216	0.52	19.60	0.0094
R7	382874	4983742	0.35	18.80	0.0091
R8	382836	4983710	0.35	18.60	0.0079
R9	382836	4983656	0.34	17.40	0.0069
R10	382915	4983862	0.35	18.30	0.0123
R11	380354	4983062	0.54	14.10	0.0069
R12	381364	4983340	5.16	42.50	0.0241
R13	380018	4982868	0.36	10.50	0.0051
R14	381313	4984082	1.77	37.30	0.0233

Nello scenario Ante Operam tutti i valori di massima ricaduta sono localizzati all'interno del perimetro dell'impianto e presentano comunque valori al di sotto dei rispettivi valori limite di qualità dell'aria.

Le concentrazioni degli inquinanti diminuiscono rapidamente allontanandosi dai punti di emissione infatti nei recettori particolari intorno all'impianto, a distanze nell'ordine del migliaio di metri, si registrano valori di almeno un ordine di grandezza al di sotto delle soglie per NO₂ e di almeno 3 ordini di grandezza per CO

6.1.2. Scenario Post Operam – valori calcolati degli indicatori di QA

Tabella 9: Valori massimi di ricaduta nel dominio di calcolo – Scenario Post Operam

Media temporale	Concentrazione massima calcolata ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Coordinate del punto di massimo [UTM 33 (m)]		Valore Limite ex. DLGS 13-8-10 n. 155 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		Distanza dal punto di emissione		
NO₂				
media annua	10.4	381533	4983660	40
		Interno impianto		
99.8 % dei valori massimi orari	111.00	381533	4983560	200
		Interno impianto		
CO				
massimo media mobile di 8h	0.134 (mg/m^3)	381433	4983560	10 (mg/m^3)
		Interno impianto		

Tabella 10: Valori massimi di ricaduta nei recettori particolari – Scenario Post Operam

Recettore	x (m) UTM32	y (m) UTM32	NO ₂		CO
			media annua	99.8% max. orari	max. media mobile di 8h
			Soglia 40 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Soglia 200 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Soglia 10 (mg/m^3)
R1	381235	4985234	0.28	14.50	0.0128
R2	380905	4984142	0.70	23.30	0.0157
R3	382161	4984372	0.69	30.80	0.0209
R4	381996	4984742	0.53	21.40	0.0139
R5	382493	4985368	0.27	13.50	0.0114
R6	382589	4983216	0.47	19.40	0.0120
R7	382874	4983742	0.32	19.60	0.0139
R8	382836	4983710	0.32	19.10	0.0120
R9	382836	4983656	0.31	17.80	0.0090
R10	382915	4983862	0.33	19.30	0.0190
R11	380354	4983062	0.48	15.30	0.0116
R12	381364	4983340	4.39	39.10	0.0303
R13	380018	4982868	0.32	11.20	0.0072
R14	381313	4984082	1.46	35.50	0.0312

Anche per lo scenario Post Operam, per quanto riguarda l'analisi dei valori massimi degli indicatori di qualità dell'aria ed il loro valore nei recettori particolari, valgono le stesse considerazioni riportate precedentemente per lo scenario Ante Operam; non si evidenziano quindi superamenti o criticità relativamente ai valori limite di qualità dell'aria in particolare modo per il CO che rimane sempre almeno 2/3 ordini di grandezza al di sotto

Confrontando i valori riportati nelle tabelle precedenti si può notare come le variazioni "emissive" introdotte nello scenario Post Operam che, come già descritto nel precedente § 5, ricordiamo essere l'aggiunta di un nuovo punto emissivo con relativo incremento di immissione di CO ed NO_x e la rimodulazione su 5000 h/anno secondo specifica schedulazione oraria, delle emissioni delle emissioni esistenti in fase Ante Operam, comportino le seguenti variazioni nei valori di concentrazione al suolo:

- a) per quanto riguarda il CO si registra un consistente aumento nei valori di concentrazione sia nel valore di massima ricaduta, interno all'impianto (aumento dell'ordine dell'78 %) che nei valori ai recettori particolari esterni (aumento dell'ordine dell'39 %). Questi incrementi sono in primo luogo legati all'aumento di emissione di CO rispetto alla fase Ante Operam e, per quanto riguarda il valori massimi interni all'impianto, effetti "near source" legati all'interferenza degli edifici di impianto sulla diffusione (building downwash). Tali incrementi, seppur consistenti dal punto di vista percentuale, si traducono di fatto in valori di concentrazione effettivi estremamente piccoli sempre almeno 2/3 ordini di grandezza al di sotto della soglia limite.
- b) Per quanto riguarda l'NO2 nei recettori particolari si verifica una consistente diminuzione dei valori medi annui (in media nell'ordine del 10) ed una sostanziale stazionarietà dei valori "short term" del 99.8-esimo percentile (incremento medio dell'1.5%) per quanto riguarda invece i valori massimi di ricaduta (interni all'impianto) si ha una situazione opposta caratterizzata da una consistente diminuzione dell'ordine del 11% dei valori "short term" del 99.8-esimo percentile e ad un aumento dell'ordine del 9% per quanto riguarda il valore medio annuale; questi comportamenti sono imputabili alla concomitanza degli effetti "near source" legati all'interferenza degli edifici di impianto sulla diffusione (building downwash), e dalla adozione della nuova schedulazione emissiva oraria. Anche nel caso dell'NO2 l'effetto delle variazioni percentuali descritte non comporta criticità dal punto della qualità dell'aria in quanto i valori degli indicatori esaminati rimangono decisamente al di sotto dei valori limite definiti dalla attuale normativa nazionale (DLGS 13-8-10 n. 155)

() NOTA sulla metodologia Arm2**

La metodologia ARM2, sviluppata da US-EPA /10, 11/, permette di stimare in termini cautelativi e senza ricorrere a variabili esterne al calcolo (come ad esempio valori di concentrazione di ozono ambiente), e quindi senza introdurre ulteriori incertezze sul calcolo, il rapporto NO₂/NO_x in funzione degli NO_x calcolati dal modello rendendo quindi più realistica la valutazione regolatoria della componente NO₂.

Per ulteriori informazioni sulla procedura US-EPA Arm2 si rimanda all'Appendice 3 di questa relazione

6.1.3. Aree boschive di rilevanza

Il recettore R14 rappresenta un'area boschiva a ridosso del perimetro Nord del comprensorio industriale di Rivalta sito in particolare a poche centinaia di metri dalle emissioni dell'impianto Fenice.

Per questo recettore è stato valutato anche il valore di media annua di NO_x totale come indicatore per la protezione della vegetazione con una soglia limite di 30 µg/m³ ex DLGS 13-8-10 n. 155.

Di seguito i risultati ottenuti nei due scenari Ante e Post Operam

Recettore	x (m) UTM32	y (m) UTM32	NO _x – media annua	
			Soglia 30 (µg/m ³)	
			Ante Operam	Post Operam
R14	381313	4984082	1.97	1.62

I valori calcolati dell'indicatore media annua di NO_x risultano, come contributo alle emissioni dell'impianto in esame, ben al di sotto la soglia limite per entrambi gli scenari.

Considerata l'estrema vicinanza di questa area boschiva alle emissioni analizzate ed il loro trascurabile impatto su di essa e, considerato il fatto che le concentrazioni imputabili alle emissioni dell'impianto diminuiscono rapidamente con l'allontanamento dal perimetro del comprensorio (come viene messo in evidenza dall'analisi delle distribuzioni spaziali dei paragrafi successivi) si può affermare che anche un eventuale impatto sull'area SIC di Stupinigi, sita a circa 8 km SE dal comprensorio industriale (fuori dal dominio analizzato nel presente studio diffusionale) possa ritenersi trascurabile.

6.2. Distribuzioni spaziali degli indicatori di qualità dell'aria – Scenario “Ante Operam”

Vengono di seguito riportate le distribuzioni spaziali degli indicatori di qualità dell'aria come richiesti in Tabella 1 relativi allo scenario “Ante Operam”

6.2.1. Distribuzioni spaziali di NO2 – Scenario Ante Operam

Media temporale	Concentrazione massima calcolata ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Coordinate del punto di massimo [UTM 32 (m)]	
		Distanza dall'impianto	
Valori medi anno	NO2	381433	4983560
	9.51	Interno impianto	

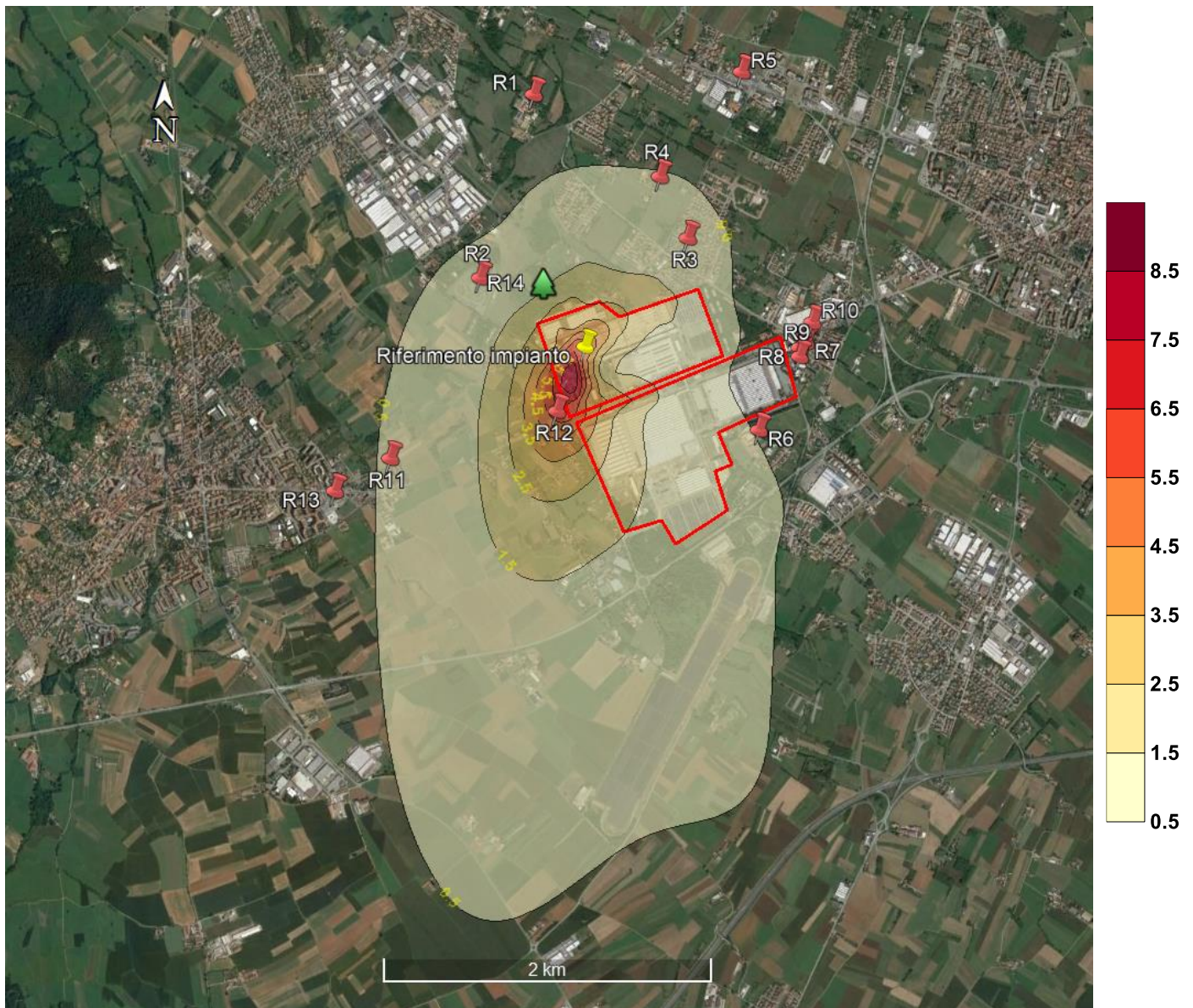


Figura 9: NO₂ – Scenario Ante Operam - Distribuzione delle concentrazioni medie annue ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Media temporale	Concentrazione massima calcolata ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Coordinate del punto di massimo [UTM 32 (m)]	
		Distanza dall'impianto	
99.8-esimo percentile dei valori massimi orari	NO2	381533	4983660
	125	Interno impianto	

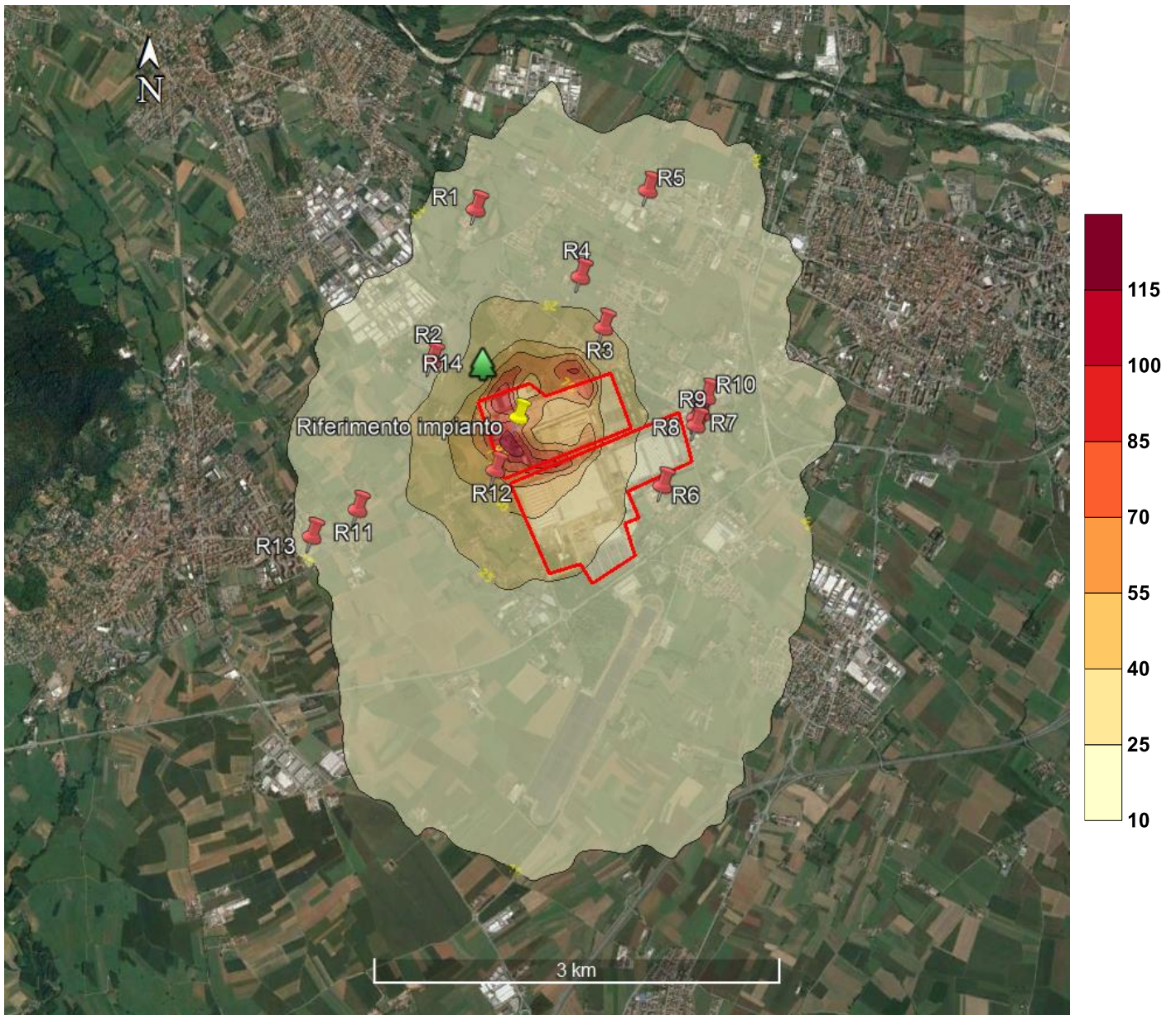


Figura 10: NO₂ – Scenario Ante Operam - Distribuzione del 99.8 % delle concentrazioni massime orarie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

6.2.2. Distribuzioni spaziali di CO – Scenario Ante Operam

Media temporale	Concentrazione massima calcolata (mg/m ³)	Coordinate del punto di massimo [UTM 32 (m)]	
		Distanza dall'impianto	
massimo media mobile di 8h	CO	381433	4983660
	0.075	Interno impianto	

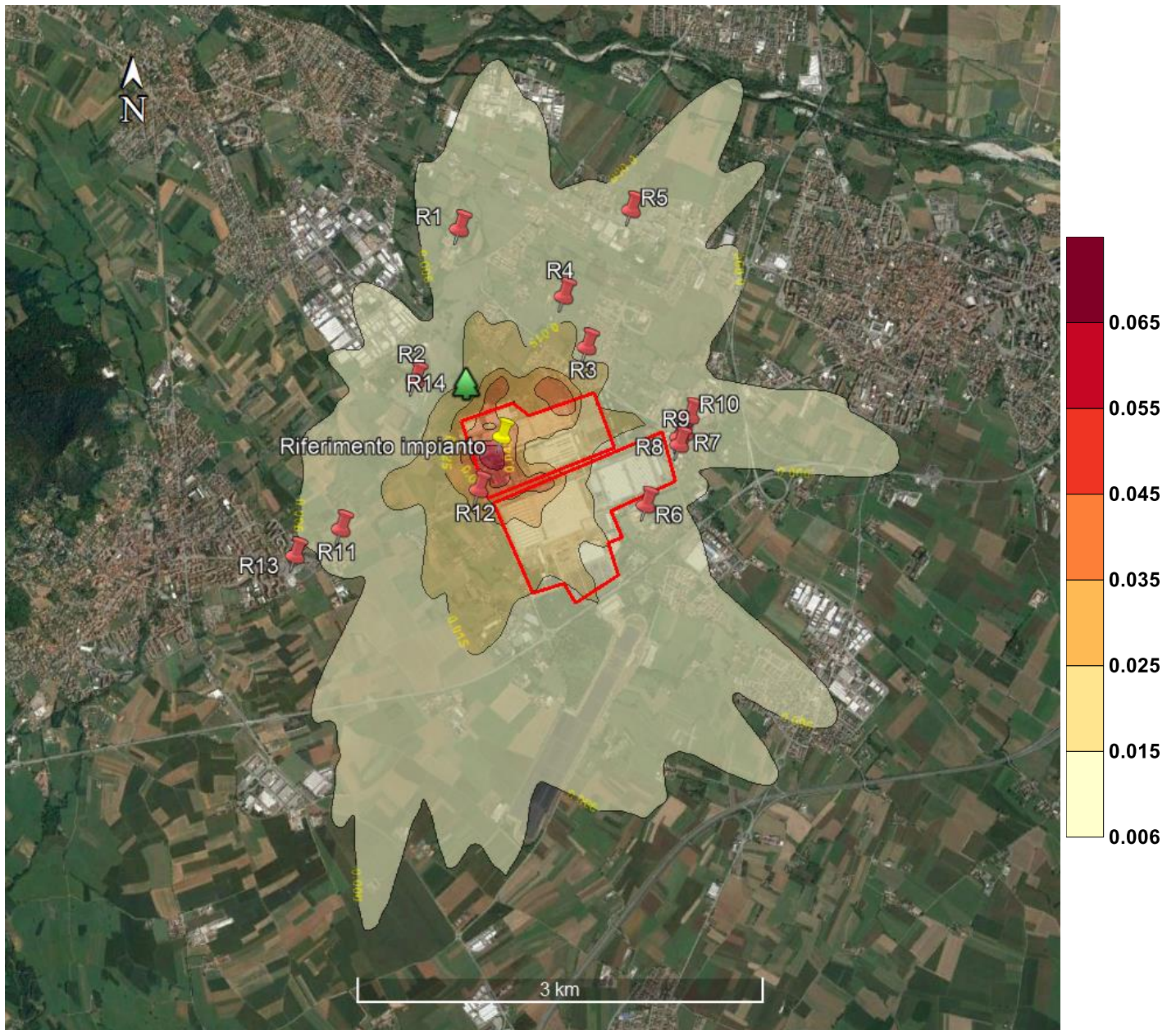


Figura 11: NO₂ – Scenario Ante Operam - Distribuzione del massimo delle medie mobili di 8h (mg/m³)

6.3. Distribuzioni spaziali degli indicatori di qualità dell'aria – Scenario “Post Operam”

Vengono di seguito riportate le distribuzioni spaziali degli indicatori di qualità dell'aria come richiesti in Tabella 1 relativi allo scenario “Post Operam”

6.3.1. Distribuzioni spaziali di NO₂ – Scenario Post Operam

Media temporale	Concentrazione massima calcolata ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Coordinate del punto di massimo [UTM 32 (m)]	
		Distanza dall'impianto	
Valori medi anno	NO ₂	381533	4983660
	10.4	Interno impianto	

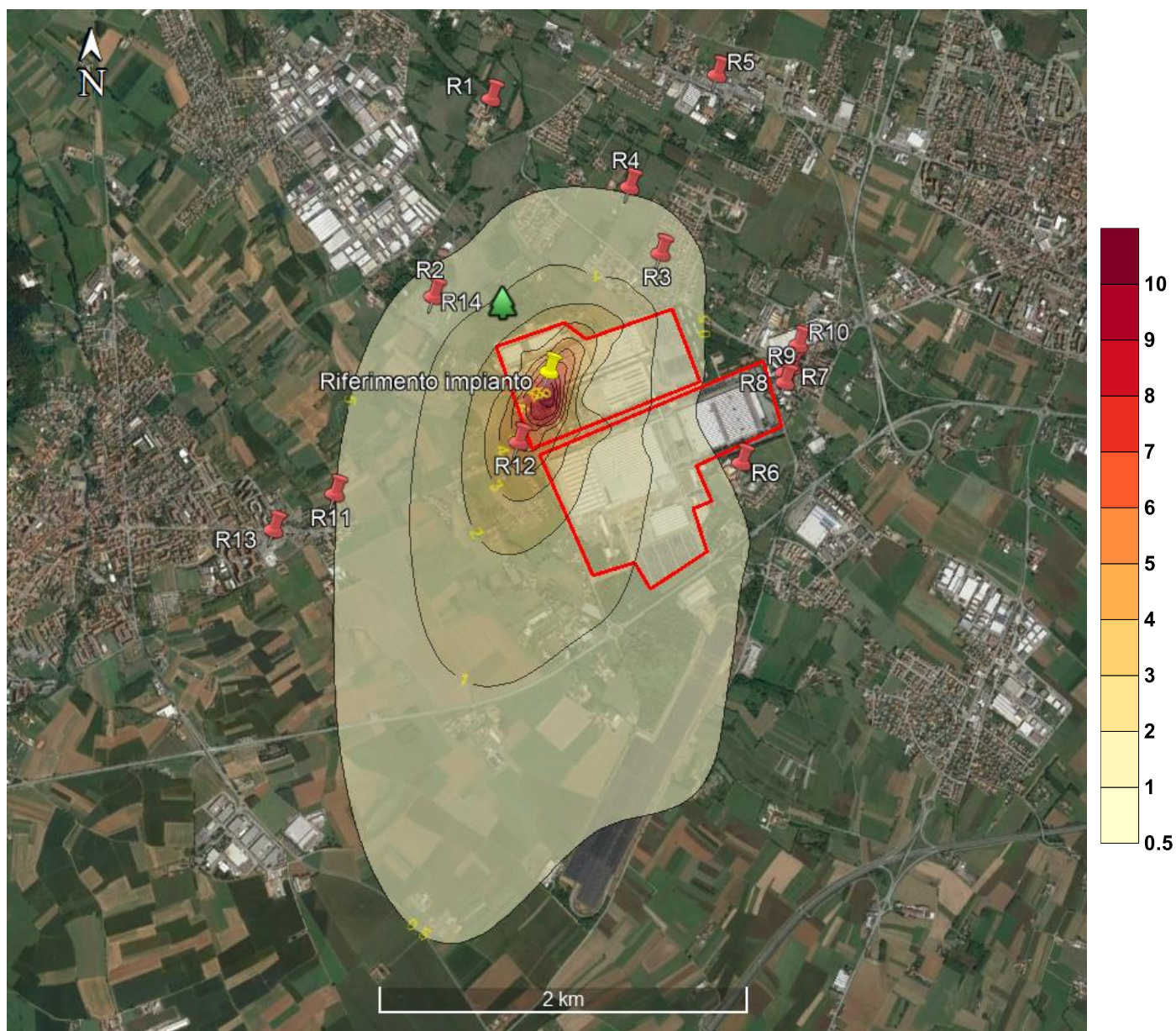


Figura 12: NO₂ – Scenario Post Operam - Distribuzione delle concentrazioni medie annue (µg/m³)

Media temporale	Concentrazione massima calcolata (µg/m ³)	Coordinate del punto di massimo [UTM 32 (m)]	
		Distanza dall'impianto	
99.8-esimo percentile dei valori massimi orari	NO₂	381533	4983560
	111.00	Interno impianto	

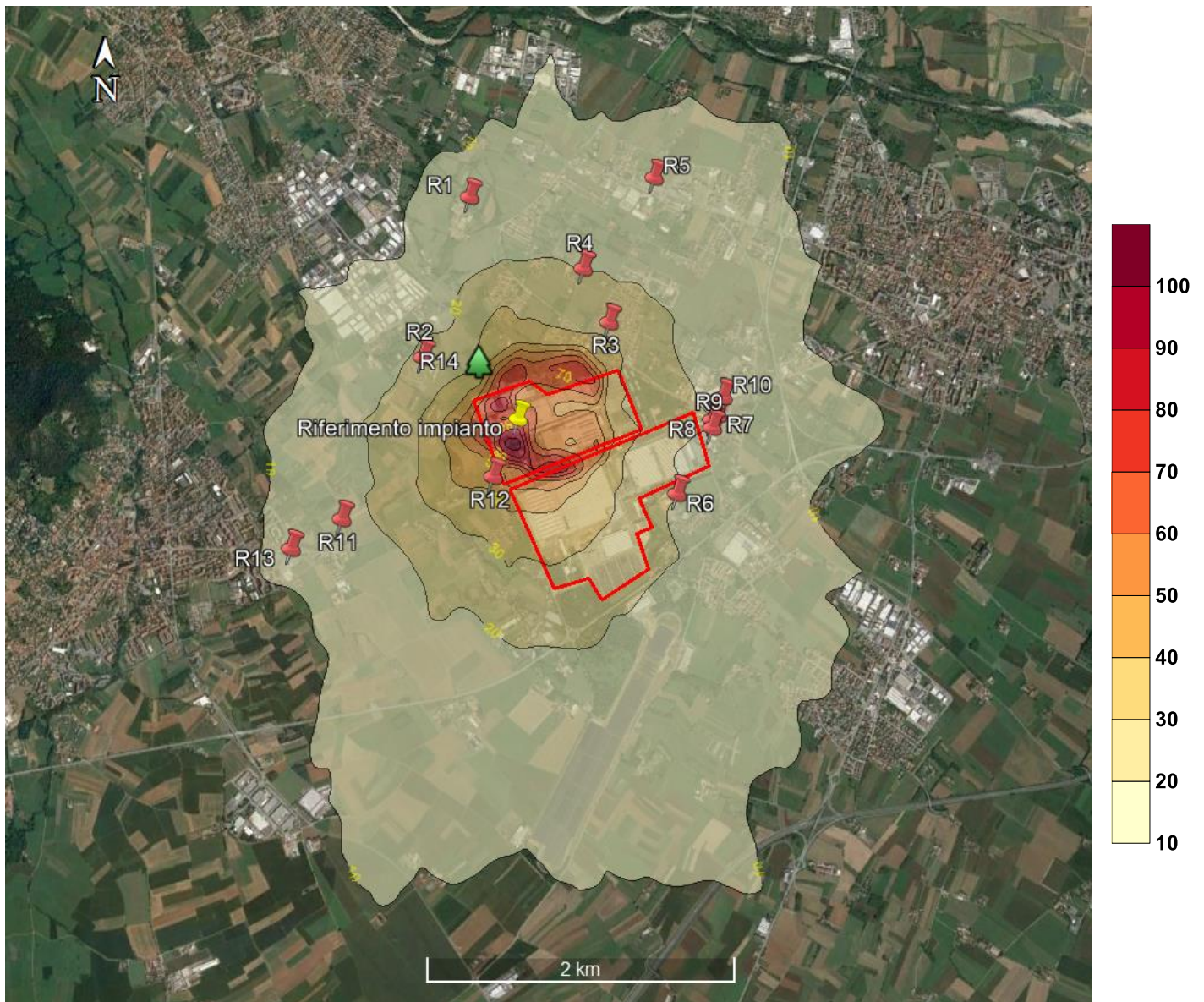


Figura 13: NO₂ – Scenario Post Operam - Distribuzione del 99.8 % delle concentrazioni massime orarie (µg/m³)

6.3.2. Distribuzioni spaziali di CO – Scenario Ante Operam

Media temporale	Concentrazione massima calcolata (mg/m ³)	Coordinate del punto di massimo [UTM 32 (m)]	
		Distanza dall'impianto	
massimo media mobile di 8h	CO	381433	4983560
	0.134	Interno impianto	

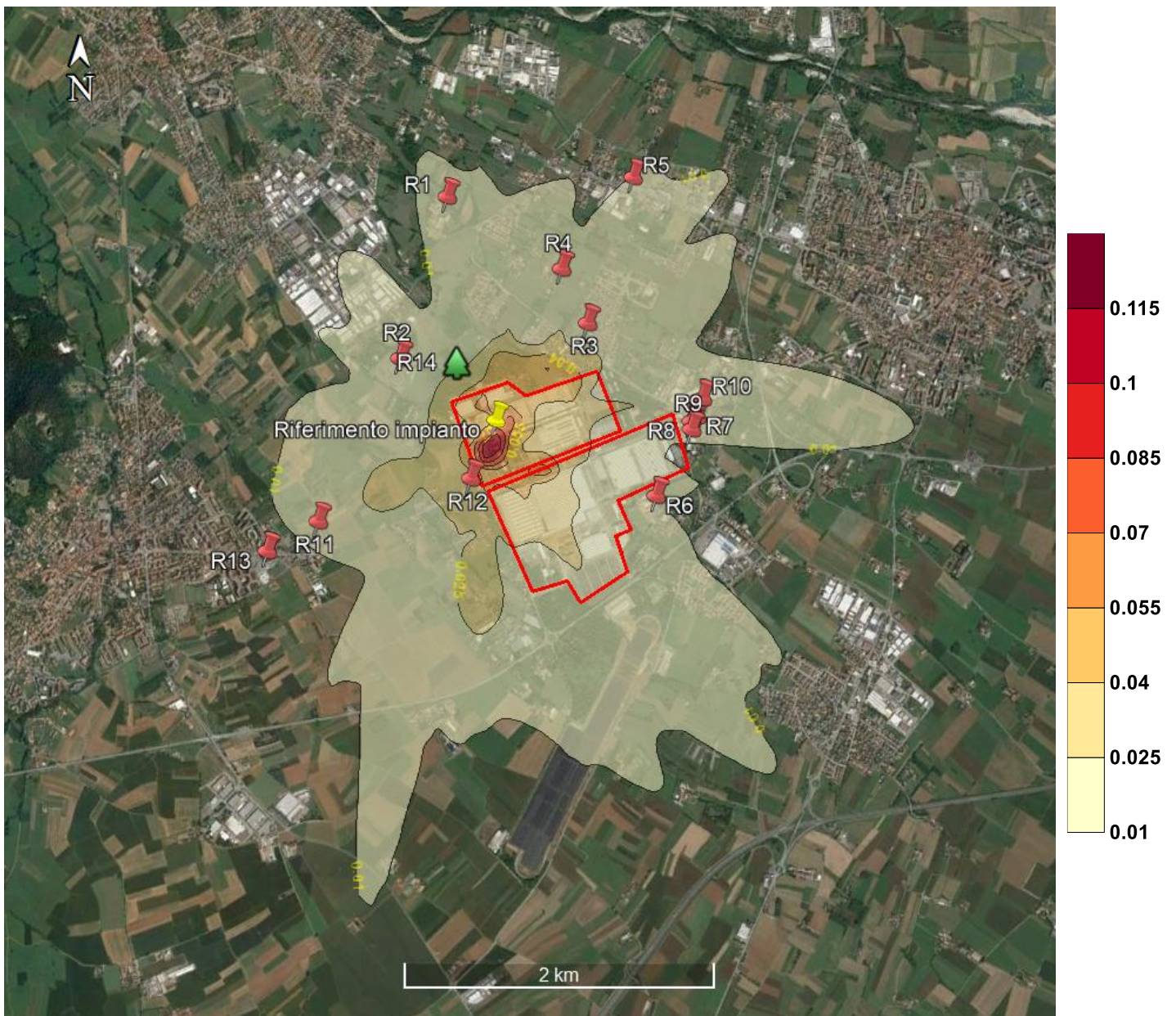


Figura 14: NO₂ – Scenario Post Operam - Distribuzione del massimo delle medie mobili di 8h (mg/m³)

Le distribuzioni spaziali delle figure precedenti mostrano come in generale, e per entrambi gli scenari considerati, le zone interessate dalle emissioni convogliate dell'impianto in esame sono definite da aree tendenzialmente ellissoidali allungate in direzione SSW in accordo con la direzione prevalente di provenienza dei venti nell'area.

Queste aree di ricaduta hanno dimensioni massime dell'ordine di 5-6 km lungo l'asse maggiore NNE-SSW e di 3-4 km lungo la direzione perpendicolare ONO – ESE.

I valori massimi di ricaduta per tutti gli indicatori considerati si riscontrano sempre all'interno del perimetro dell'impianto a causa principalmente dell'interazione delle emissioni con gli edifici presenti nell'impianto stesso (Building Downwash). Nelle configurazioni emissive considerate i camini sia attuali che di progetto sono caratterizzati da altezze di sbocco sul piano campagna confrontabili con gli ingombri degli edifici presenti nell'immediato intorno; gli edifici di impianto risultano in alcuni casi particolarmente estesi generando in alcune direzioni effetti di "scia turbolenta" importanti. Queste caratteristiche strutturali insieme alla presenza di venti generalmente di bassa intensità tendono a generare questo tipo di confinamento dell'inquinante emesso.

In entrambi gli scenari analizzati tutto gli indicatori di qualità dell'aria risultano sempre al di sotto delle corrispettive soglie limite. Dal punto di vista dei valori numerici degli indicatori si rimanda all'analisi contenuta nelle conclusioni del precedente § 6.1; dal punto di vista della loro distribuzione spaziale i due scenari non presentano variazioni considerevoli; lo scenario Post Operam, nonostante l'inserimento di un nuovo camino emissivo, non risulta essere peggiorativo rispetto allo scenario attuale.

NOTA: definizione degli indicatori spaziali riportati

Valori medi annui:	Analisi "Long Term". Distribuzione spaziale dei valori di concentrazione medi annui ottenuti mediando algebricamente, per ogni recettore del dominio di calcolo, la serie annuale oraria dei valori di concentrazione risultanti dal calcolo "orario" per un intero anno civile.
Valori massimi orari/ percentili dei valori massimi orari	Analisi "Short Term". Distribuzione spaziale dei valori massimi/percentili orari di concentrazione ottenuti estraendo per ogni recettore del dominio di calcolo il valore massimo della serie annuale oraria dei valori di concentrazione (massimi o percentile n-esimo) risultanti dal calcolo "Short Term" per un intero anno civile.

7. Valutazione del fondo per gli inquinanti NO2 e CO

Per la valutazione dei valori di fondo nell'area si è fatto ricorso ai valori di sintesi relativi agli anni 2017-2018 e 2019 relativi alle stazioni di qualità dell'aria di Orbassano, e Beinasco e Torino Consolata della rete ARPA Piemonte (Tabella 11) la cui posizione è riportate nella seguente Figura 15

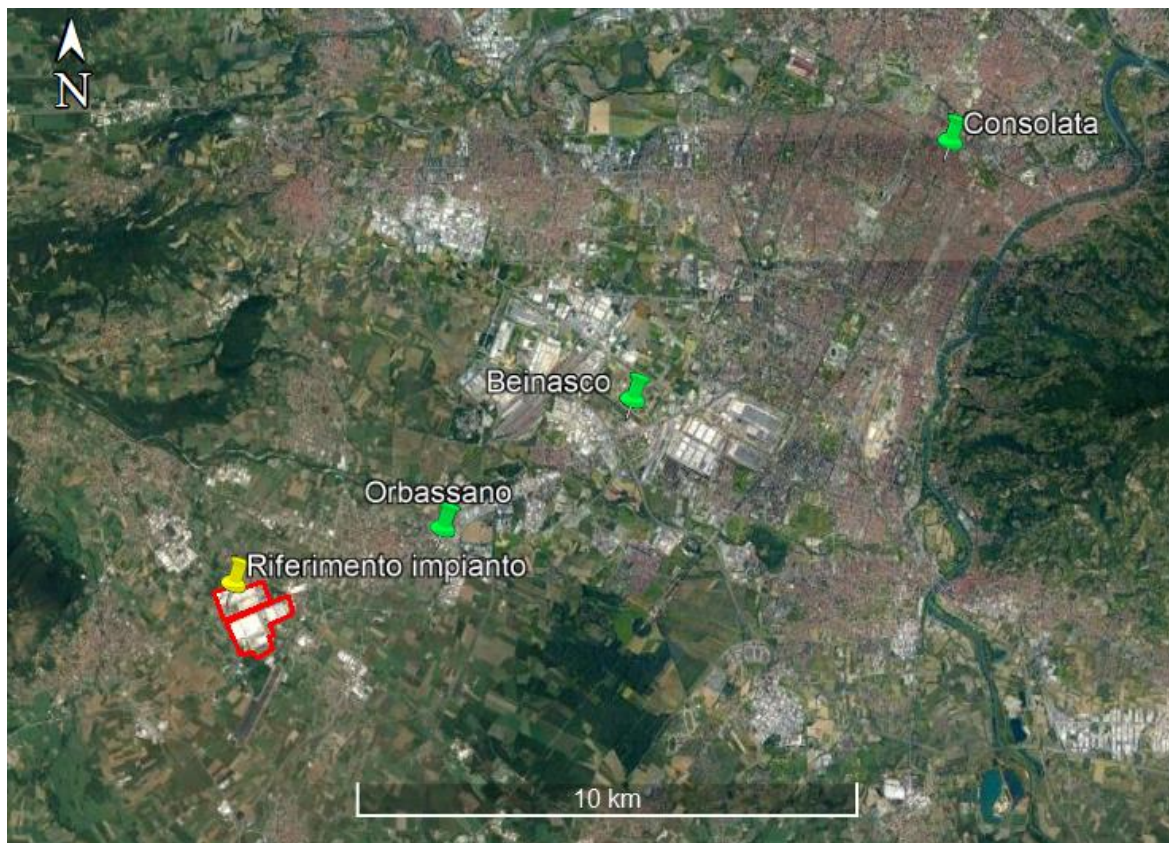


Figura 15: Posizione delle stazioni di Qualità dell'Aria

Tabella 11: Stazioni di Background - Caratterizzazione

Stazione	Classificazione	Sistema di riferimento WGS84 (zona 32T)
Beinasco (TRM) (1)	Tipo stazione: Background Tipo zona: Suburbana Tipo emissioni: Industriale/Residenziale	UTM X: 389527 UTM Y: 4987219
Orbassano via Gozzano c/o Complesso Sportivo Comunale	Tipo stazione: Background Tipo zona: Suburbana Tipo emissioni: Residenziale	UTM X: 385702 UTM Y: 4984737
Torino Consolata	Tipo stazione: Traffico Tipo zona: Urbana Tipo emissioni: Residenziale/Commerciale	UTM X: 395961 UTM Y: 4992226

Le stazioni di Beinasco e Orbassano sono state considerate come stazioni significative di background per l'inquinante NO2 mentre Torino Consolata come stazione di background per l'inquinante CO; va sottolineato comunque che la stazione di Torino Consolata dista circa 20 Km NE dal comprensorio ed è installata in pieno urbano, quindi rappresenta un quadro peggiorativo della condizione reale

Nella tabella seguente sono riportati i valori degli indicatori di qualità dell'aria per NO₂ e CO elaborati da ARPA Piemonte dalle misure rilevate nelle stazioni di QA nel il triennio 2017-2019; per l'inquinante NO₂ i valori di Tabella 12 sono sostanzialmente confermati dai risultati della campagna di misura effettuata da ARPA Piemonte nel periodo [15 febbraio – 14 marzo 2017] e [12 aprile – 15 maggio 2018] nei pressi del comprensorio industriale /18/.

Tabella 12: Valori di fondo misurati degli indicatori di Qualità dell'Aria

	Valore limite annuale per la protezione della salute umana (40 µg/m ³) Media Annuale (µg/m ³)			99,8 percentile delle concentrazioni orarie registrate presso le stazioni		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019
	Beinasco	48	38	31	179.0	122.7
Orbassano	34	30	31	129.1	98.0	114.0
	Media sul triennio		35.33	Media sul triennio		124.6

	Media Annuale (mg/m ³)			Valore massimo delle medie calcolate su 8 ore (mg/m ³)		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019
	Torino Consolata	1.1	0.7	0.5	4.5	2.9
	Media sul triennio		0.77	Media sul triennio		3.65

Per valutare l'incidenza delle emissioni dell'impianto oggetto dello studio sull'ambiente esterno sono stati adottati i seguenti due criteri:

- a) Somma diretta dei valori di fondo medi del triennio 2017-2019 "misurati" con i corrispettivi valori calcolati nei recettori particolari esterni all'impianto.
 Per ognuno degli inquinanti è stata considerata la media sul triennio 2017-2019 dell'indicatore di QA (Tabella 12) e sommata al corrispondente valore di QA calcolato nei recettori particolari esterni all'impianto riportati in Tabella 8 e in Tabella 10 rispettivamente per gli scenari Ante e Post Operam; i risultati ottenuti sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 13: Indicatori di QA nei recettori con aggiunta dei valori di fondo

	Scenario Ante Operam			Scenario Post Operam		
	somma aritmetica del fondo medio calcolato sul triennio 2017-2019 nei recettori esterni all'impianto			somma aritmetica del fondo medio calcolato sul triennio 2017-2019 nei recettori esterni all'impianto		
	Soglia 40 (µg/m ³)	Soglia 200 (µg/m ³)	Soglia 10 (mg/m ³)	Soglia 40 (µg/m ³)	Soglia 200 (µg/m ³)	Soglia 10 (mg/m ³)
R1	35.64	139.1	3.66	35.61	139.1	3.66
R2	36.13	146.4	3.66	36.03	147.9	3.67
R3	36.04	154.4	3.66	36.02	155.4	3.67
R4	35.91	146.8	3.66	35.86	146.0	3.66
R5	35.62	138.3	3.66	35.6	138.1	3.66
R6	35.85	144.2	3.66	35.8	144.0	3.66
R7	35.68	143.4	3.66	35.65	144.2	3.66
R8	35.68	143.2	3.66	35.65	143.7	3.66
R9	35.67	142.0	3.66	35.64	142.4	3.66
R10	35.68	142.9	3.66	35.66	143.9	3.67
R11	35.87	138.7	3.66	35.81	139.9	3.66
R12	40.49	167.1	3.67	39.72	163.7	3.68
R13	35.69	135.1	3.66	35.65	135.8	3.66
R14	37.1	161.9	3.67	36.79	160.1	3.68

Dai valori riportati in Tabella 13 relativamente allo scenario Post Operam non risultano superamenti dei valori di soglia per nessuno degli inquinanti in nessuno dei recettori esterni; nello scenario Ante Operam solo il recettore R12, recettore particolarmente a ridosso del confine ovest dell'impianto, presenta una leggera criticità relativamente al valore di soglia di 40 µg/m³ per l'indicatore media annua di NO₂, criticità completamente rientrata nello scenario Post Operam.

Questa valutazione del valore di fondo risulta particolarmente conservativa perché, considerando il valore di fondo come un valore costante, non tiene conto della sua reale distribuzione spaziale e temporale.

- b) Valutazione di significatività dell'impatto secondo i criteri definiti nel documento "[LINEE GUIDA V.I.A.. Parte Generale. A.N.P.A.. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. 18 Giugno 2001](#)

Secondo questa LINEA GUIDA (pag. 22 – Criteri di Significatività) si definisce come rilevante l'impatto di una emissione che comporti un aumento superiore al 5% del valore di fondo già presente.

Per verificare questo criterio è stato fatto un confronto "puntuale" tra i valori degli indicatori di QA "misurati" da ARPA per l'anno 2019 per le stazioni di Orbassano e Beinasco e i valori degli indicatori di QA "calcolati" dal modello diffusivo negli stessi punti.

Utilizzando il modello CALPUFF sono state calcolate le serie orarie di concentrazione di CO e NO₂ relativamente all'anno meteorologico 2019 nei due siti di QA considerati come recettori particolari; dalle serie orarie calcolate è stato valutato il valore "calcolato" dell'indicatore "media annua" per i due inquinante che è stato poi confrontato percentualmente con il corrispettivo valore misurato.

Il confronto percentuale viene effettuato sugli indicatori di "media annua" perché, essendo indicatori "long term" risultano meno influenzati dalle incertezze temporali gravanti sui valori orari sia calcolati che misurati; indicatori basati sui valori orari risulterebbero maggiormente "deviati" da fattori di casualità legati soprattutto al fatto che non è possibile associare la medesima meteorologia oraria alle concentrazioni misurate e a quelle calcolate.

I risultati del confronto sono riportati nelle tabelle seguenti.

Tabella 14: NO₂ valutazione dell'incremento % sui valori di fondo

NO ₂ media anno (µg/m ³)	Misurato da stazioni QA	Calcolato Ante Operam	Incremento %	Calcolato Post Operam	Incremento %
Beinasco	31	0.024	0.07871	0.025	0.07968
Orbassano	31	0.055	0.17807	0.055	0.17677

Tabella 15: CO valutazione dell'incremento % sui valori di fondo

CO (*) media anno (mg/m ³)	Misurato da stazioni QA	Calcolato Ante Operam	Incremento %	Calcolato Post Operam	Incremento %
Beinasco	0.5	0.00006	0.01164	0.00008	0.0159
Orbassano	0.5	0.00013	0.0268	0.00018	0.0356

(*) il valore di riferimento "Misurato da stazioni QA" è quello riportato in Tabella 12 relativamente alla stazione di Torino Consolata per l'anno 2019

Tutti gli incrementi percentuali sui valori di fondo risultano essere molto inferiori al 5% per ognuno degli inquinanti pertanto, in base alle definizioni di significatività dell'impatto contenute nelle LINEE GUIDA citate, l'impatto delle emissioni analizzate all'esterno dell'impianto a può essere ritenuto "non significativo".

8. Considerazioni conclusive

L'Unità Operativa di Fenice S.p.A. presso GE AVIO è dislocata all'estremo NW del comprensorio industriale a sud del territorio comunale di Rivalta di Torino (TO). Il comprensorio industriale si trova all'interno di un'area fortemente urbanizzata ed in posizione baricentrale rispetto agli abitati di Orbassano (circa 3 km ENE), Piovasco (circa 2.5 km WSW), Bruino (circa 3 km NW), Gerbole (circa 3 km SE) e Rivalta di Torino (circa 3.5 km N).

Il territorio comunale di Rivalta di Torino è completamente pianeggiante la sua posizione a ridosso dei rilievi alpini di Nord Ovest lo rende, dal punto di vista geomorfologico e meteorologico, un'area complessa.

Queste caratteristiche influenzano la climatologia dell'area, e di conseguenza le caratteristiche diffusionali dell'atmosfera, con venti prevalenti dai settori Nord, NW e NE (vedere § 4.3) guidati dalla presenza dell'arco alpino ma con intensità mediamente moderata tipica delle zone ancora di pianura.

Nella zona dell'impianto si hanno principalmente venti di intensità compresa nell'intervallo [1 – 3] m/s con una insistenza medio bassa di situazioni di calme di vento nell'ordine del 5 % delle situazioni orarie annuali.

La condizione di stabilità atmosferica prevalente in tutte le stagioni è la neutralità (classe D di Pasquill), condizione non particolarmente favorevole alla diluizione degli inquinanti in quanto in concomitanza con venti di medio bassa intensità favorisce lo stazionamento degli inquinanti presso i siti di emissione.

Nello studio sono state analizzate le emissioni di NOx e CO nei seguenti due scenari

- Scenario Ante Operam - Stato attuale
- Scenario Post Operam - Inserimento del nuovo camino emissivo legato ad attività di trigenerazione

allo scopo di poter valutare l'incidenza sull'ambiente esterno dello scenario "futuro" rispetto allo stato di fatto attuale di funzionamento dell'impianto.

Lo scenario attuale (Stato di fatto), prevede la presenza di cinque camini con emissioni di NOx e CO (camini B101, B102, B103, B104 e B105); lo scenario Post Operam prevede la realizzazione di un nuovo camino emissivo (camino C6 – Nuovo Trigenerazione introducendo sia un aumento delle emissioni di NOx e CO legate alla nuova attività di Trigenerazione sia una contestuale rimodulazione su base di 5000 h/anno delle emissioni già presenti in fase Ante Operam considerate attive su 8760 h/anno.

Per lo svolgimento dello studio diffusionale si sono assunte le caratteristiche strutturali ed emissive riportate nel (§ 5); la presenza all'interno del comprensorio industriale di edifici/capannoni di grande estensione e altezze confrontabili con quelle dei camini emissivi dell'impianto Fenice ha reso indispensabile la valutazione dell'effetto Building Downwash nei calcoli di diffusione per poter considerare l'interazione delle emissioni con l'urbanizzazione dell'area.

Per la valutazione dello scenario Ante Operam i camini B101, B102, B103, B104 e B105 vengono considerate operative per 8760 ore/anno mentre nello scenario Post Operam, mentre il nuovo camino viene considerato operativo h24, le emissioni dei camini esistenti vengono rimodulate su una base di 5000 h/anno secondo una schedulazione oraria di riferimento che è riportata nell'Appendice 4 dello studio.

Le distribuzioni spaziali riportate nelle figure di § 6.2 e § 6.3 mostrano come in generale, e per entrambi gli scenari considerati, le zone interessate dalle emissioni convogliate dell'impianto in esame sono definite da aree tendenzialmente ellissoidali allungate in direzione SSW in accordo con la direzione prevalente di provenienza dei venti nell'area con dimensioni massime dell'ordine di 5-6 km lungo l'asse maggiore NNE-SSW e di 3-4 km lungo la direzione perpendicolare ONO – ESE.

I valori massimi di ricaduta per tutti gli indicatori di Qualità dell'Aria considerati si riscontrano sempre nell'intorno dei punti di emissione, o comunque sempre all'interno per il perimetro del comprensorio industriale, a causa principalmente dell'interazione delle emissioni con gli edifici presenti nell'impianto stesso (Building Downwash) e delle condizioni prevalenti di neutralità atmosferica con velocità del vento mediamente di bassa intensità.

In entrambi gli scenari Ante e Post Operam tutti i valori di massima ricaduta risultano decisamente al di sotto dei rispettivi valori limite di qualità dell'aria. I valori di NO2 sono stati ottenuti attraverso l'applicazione della metodologia ARM 2 di US EPA (/11/ e Appendice 3) che ha permesso di definire NO2/NO all'interno degli NOx emessi.

Le concentrazioni degli inquinanti diminuiscono rapidamente allontanandosi dai punti di emissione infatti nei recettori particolari intorno all'impianto, a distanze nell'ordine del migliaio di metri, si registrano valori di almeno un ordine di grandezza al di sotto delle soglie per NO₂ e di almeno 2/3 ordini di grandezza per CO.

Confrontando i due scenari Ante e Post Operam attraverso i valori riportati nelle Tabella 7,9,8 e 10 si può notare come le variazioni "emissive" introdotte nello scenario Post Operam (come descritte nel § 5), definiscano le seguenti variazioni nei valori di concentrazione al suolo:

- c) per quanto riguarda il CO si registra un aumento nei valori di concentrazione sia nel valore di massima ricaduta, interno all'impianto (aumento dell'ordine dell'78 %) che nei valori ai recettori particolari esterni (aumento dell'ordine dell'39 %). Questi incrementi sono in primo luogo legati all'aumento di emissione di CO rispetto alla fase Ante Operam e, per quanto riguarda i valori massimi interni all'impianto, effetti "near source" legati all'interferenza degli edifici di impianto sulla diffusione (building downwash). Tali incrementi, seppur consistenti dal punto di vista percentuale, si traducono di fatto in valori di concentrazione effettivi estremamente piccoli sempre almeno 2/3 ordini di grandezza al di sotto della soglia limite.
- d) Per quanto riguarda l'NO₂ nei recettori particolari si verifica una consistente diminuzione dei valori medi annui (in media nell'ordine del 10) ed una sostanziale stazionarietà dei valori "short term" del 99.8-esimo percentile (incremento medio dell'1.5%) per quanto riguarda invece i valori massimi di ricaduta (interni all'impianto) si ha una situazione opposta caratterizzata da una consistente diminuzione dell'ordine del 11% dei valori "short term" del 99.8-esimo percentile e ad un aumento dell'ordine del 9% per quanto riguarda il valore medio annuale; questi comportamenti sono imputabili alla concomitanza degli effetti "near source" legati all'interferenza degli edifici di impianto sulla diffusione (building downwash), e dalla adozione della nuova schedulazione emissiva oraria.

Anche nel caso dell'NO₂ l'effetto delle variazioni percentuali descritte non comporta criticità dal punto della qualità dell'aria in quanto i valori degli indicatori esaminati rimangono decisamente al di sotto dei valori limite definiti dalla attuale normativa nazionale ([DLGS 13-8-10 n. 155](#))

Per la valutazione dei valori di fondo nell'area si è fatto ricorso ai valori di sintesi relativi agli anni 2017-2018 e 2019 relativi alle stazioni di qualità dell'aria della rete ARPA Piemonte (Tabella 11) di Orbassano, e Beinasco, considerate come stazioni significative di background per l'inquinante NO₂, e Torino Consolata, significativa come stazione di background per l'inquinante CO.

Per valutare l'incidenza delle emissioni dell'impianto oggetto dello studio sull'ambiente esterno sono stati adottati i seguenti due criteri:

- a) Somma diretta dei valori di fondo medi del triennio 2017-2019 "misurati" con i corrispettivi valori calcolati nei recettori particolari esterni all'impianto, criterio particolarmente conservativo perché, considerando il valore di fondo come un valore costante, non tiene conto della sua reale distribuzione spaziale e temporale. L'applicazione di questo criterio non mostra insorgenza di criticità (si faccia riferimento ai valori riportati in Tabella 13) soprattutto relativamente allo scenario Post Operam
- b) Valutazione di significatività dell'impatto secondo i criteri definiti nel documento "[LINEE GUIDA V.I.A.. Parte Generale. A.N.P.A. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. 18 Giugno 2001](#)" che definisce come rilevante l'impatto di una emissione che comporti un aumento superiore al 5% del valore di fondo già presente. In questo caso il confronto percentuale viene effettuato sugli indicatori di "media annua" perché, essendo indicatori "long term" risultano meno influenzati dalle incertezze temporali gravanti sui valori orari sia calcolati che misurati. Dai risultati riportati in Tabella 14 e Tabella 15 del § 7 l'impatto delle emissioni analizzate all'esterno dell'impianto a può essere ritenuto "non significativo".

In ultima analisi come risultato dello studio diffusionale si può concludere che la realizzazione dello scenario Post Operam relativamente alle emissioni dell'impianto Fenice possa essere considerato nel suo complesso sostanzialmente migliorativo alla situazione attuale per quanto riguarda il contesto emissivo.

Il relatore

Dr. Gianni Grippa



Riferimenti

- /1/ J. P. Scire, F. R. Robe, M. E. Fernau, R. J. Yamartino - *A User Guide for the CALMET Meteorological Model* – (2000) – Earth Tech. Inc. 196 Baker Avenue Concord MA 01742 (www.src.com/calpuff/calpuff1.htm)
- /2/ J. P. Scire, F. R. Robe, R. J. Yamartino - *A User Guide for the CALPUFF Dispersion Model* – (2000) – Earth Tech. Inc. 196 Baker Avenue Concord MA 01742 (www.src.com/calpuff/calpuff1.htm)
- /3/ MAIND S.r.l. RunAnalyzer Software per il postprocessamento dei risultati calcolati dai principali modelli di calcolo di diffusione di inquinanti in atmosfera” <http://www.maind.it/contents/soft.aspx?page=runanalyzer> - <http://www.maind.it/document/RunAnalyzer.pdf>
- /4/ Dati SRTM interpolati a 100m del territorio italiano USGS - EROS Data Center, Sioux Falls, SD, USA (<http://edc.usgs.gov/>)
- /5/ Classificazione di uso del suolo USGS - EROS Data Center, Sioux Falls, SD, USA (<http://edc.usgs.gov/>)
- /6/ Classificazione CORINE Land Cover 1:100.000 aggiornata al 2004 delle regioni italiane APAT. Via V. Brancati. 48 - 00144 Roma (www.clc2000.sinanet.apat.it)
- /7/ L. Capelli, S. Sironi. convegno “Odori – Valutazioni dell’impatto e soluzioni tecniche” presso FAST Milano 11 febbraio 2014
- /8/ G Malone, G VanWicklen, S Collier “*Efficacy of Vegetative Environmental Buffers to Mitigate Emissions from Tunnel-Ventilated Poultry Houses*”. – Workshop on on Agricultural Air Quality , 2006 North Caroline State University
- /9/ Environmental Protection Authority of Victoria: Broiler Farm Odour Environmental Risk Assessment: Table 5.2 - Methods and techniques to reduce odour and odour impact and their potential mitigation effect
- /10/ [US EPA MEMORANDUM](#) - – Research Triangle park NC 2711 – Aug 01 2016
- /11/ [Ambient Ratio Method Version 2 \(ARM2\) for use with AERMOD for 1-hr NO2 Modeling - Development and Evaluation Report](#) “RTP Environmental Associates, Inc.” September 20, 2013
- /12/ BPIP - User's guide to the Building Profile Input Program EPA-454/R-93-038 (http://www.epa.gov/ttn/scram/dispersion_related.htm)
- /13/ [User's Guide For The Industrial Source Complex \(Isc3\) Dispersion Models Volume II - Description Of Model Algorithms](#)
- /14/ Roberto Sozzi 2003 "La micrometeorologia e la dispersione degli inquinanti in aria" APAT CTN-ACE - rti ctn_ACE xx/2003
- /15/ Slinn, S.A. and W.G.N. Slinn, 1980: Predictions for particle deposition on natural waters. *Atmospheric Environ.*, **14**, 1013-1016
Pleim, J., A. Venkatram and R.J. Yamartino, 1984: ADOM/TADAP model development program. Volume 4. The dry deposition mode!. Ontario Ministry of the Environment, Rexdale, Ontario, Canada.
- /16/ Maul, P.R., 1980: Atmospheric transport of sulfur compound pollutants. Central Electricity Generating Bureau MID/SSD/80/0026/R, Nottingham, England.
- /17/ NOAA National Weather Service https://nomads.ncep.noaa.gov/txt_descriptions/WRF_NMM_doc.shtml – NCEP Central Operation
- /18/ ARPA Piemonte, DIPARTIMENTO TERRITORIALE PIEMONTE NORD OVEST Struttura semplice “Attività di Produzione”, CAMPAGNA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA CON UTILIZZO DEL LABORATORIO MOBILE NEL COMUNE DI RIVALTA DI TORINO - RELAZIONE FINALE I E II CAMPAGNA - 15 febbraio – 14 marzo 2017 e 12 aprile – 15 maggio 2018

Indice delle figure

Figura 1: Inquadramento geografico del sito	4
Figura 2: Area definita come dominio per lo studio diffusionale	5
Figura 3: Dominio di calcolo meteorologico (con evidenziazione dominio diffusivo)	7
Figura 4: Distribuzione spaziale dei parametri di uso del suolo nel dominio meteo	8
Figura 5: Posizione dei recettori particolari all'interno del dominio diffusivo	9
Figura 6: Rosa dei venti ricostruita per il sito dell'impianto per l'anno 2019	11
Figura 7: Posizione delle sorgenti emissive – (Scenario 1 - Scenario 2)	12
Figura 8: Rappresentazione tridimensionale del comprensorio industriale di Rivalta (TO)	14
Figura 9: NO ₂ – Scenario Ante Operam - Distribuzione delle concentrazioni medie annue (µg/m ³)	18
Figura 10: NO ₂ – Scenario Ante Operam - Distribuzione del 99.8 % delle concentrazioni massime orarie (µg/m ³)	19
Figura 11: NO ₂ – Scenario Ante Operam - Distribuzione del massimo delle medie mobili di 8h (mg/m ³)	20
Figura 12: NO ₂ – Scenario Post Operam - Distribuzione delle concentrazioni medie annue (µg/m ³)	22
Figura 13: NO ₂ – Scenario Post Operam - Distribuzione del 99.8 % delle concentrazioni massime orarie (µg/m ³)	22
Figura 14: NO ₂ – Scenario Post Operam - Distribuzione del massimo delle medie mobili di 8h (mg/m ³)	23
Figura 15: Posizione delle stazioni di Qualità dell'Aria	25

Indice delle tabelle

Tabella 1: Indicatori di riferimento di qualità dell'aria adottati nello studio	3
Tabella 2: Recettori particolari presenti nel dominio di calcolo	9
Tabella 3: Caratteristiche strutturali dei camini (scenario Ante Operam)	13
Tabella 4: Caratteristiche strutturali dei camini (scenario Post Operam)	13
Tabella 5: Caratteristiche emissive dei camini (Inquinante NOx)	13
Tabella 6: Caratteristiche emissive dei camini (Inquinante CO)	13
Tabella 7: Valori massimi di ricaduta nel dominio di calcolo – Scenario Ante Operam	15
Tabella 8: Valori massimi di ricaduta nei recettori particolari – Scenario Ante Operam	15
Tabella 9: Valori massimi di ricaduta nel dominio di calcolo – Scenario Post Operam	16
Tabella 10: Valori massimi di ricaduta nei recettori particolari – Scenario Post Operam	16
Tabella 11: Stazioni di Background - Caratterizzazione	25
Tabella 12: Valori di fondo misurati degli indicatori di Qualità dell'Aria	26
Tabella 13: Indicatori di QA nei recettori con aggiunta dei valori di fondo	26
Tabella 14: NO ₂ valutazione dell'incremento % sui valori di fondo	27
Tabella 15: CO valutazione dell'incremento % sui valori di fondo	27

Appendice 1 - Analisi dati meteorologici

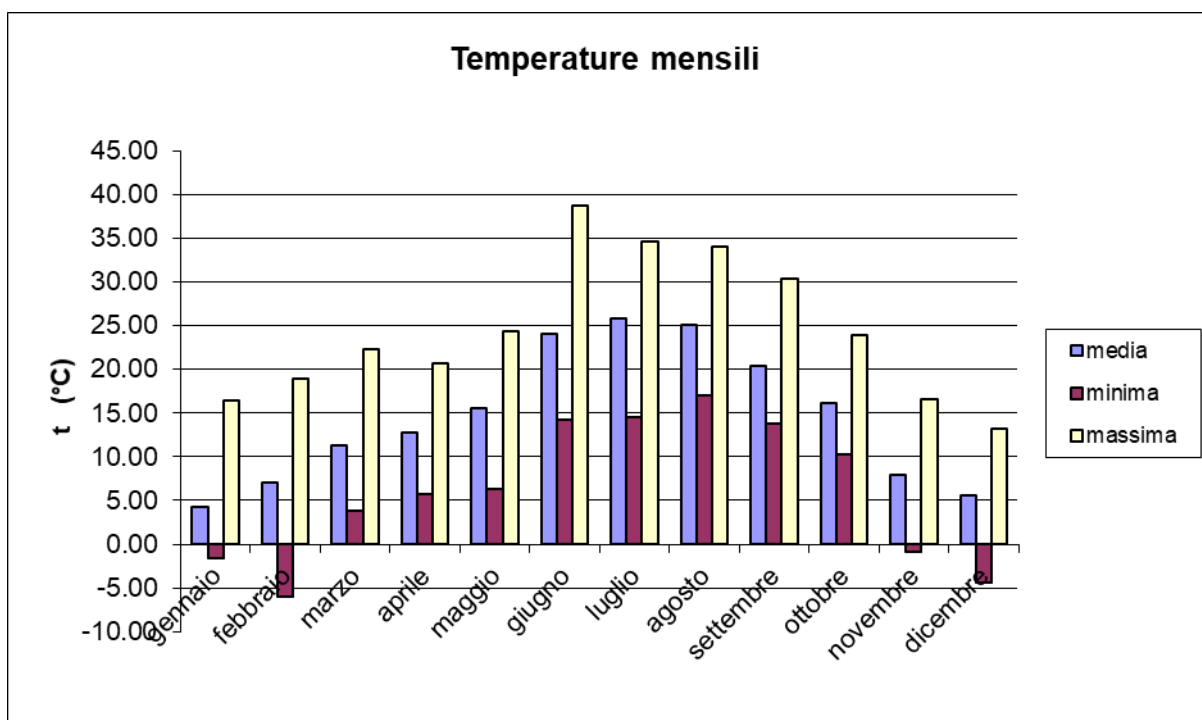
Con riferimento alle descrizioni riportate al precedente § 4.3 viene di seguito riportata un'analisi statistica delle principali variabili meteorologiche utilizzate nei calcoli diffusivi.

Temperatura

	Temperatura (°C)		
	Minima	Massima	Media
Anno	-5.95	38.75	14.71
Primavera	5.22	22.45	13.23
Estate	15.28	35.82	24.97
Autunno	7.68	23.62	14.86
Inverno	-3.98	16.18	5.59

Primavera:	marzo, aprile, maggio
Estate:	giugno, luglio, agosto
Autunno:	settembre, ottobre, novembre
Inverno:	dicembre, gennaio, febbraio

gennaio	-1.55	16.45	4.20
febbraio	-5.95	18.95	7.04
marzo	3.75	22.25	11.35
aprile	5.65	20.75	12.79
maggio	6.25	24.35	15.56
giugno	14.25	38.75	24.11
luglio	14.55	34.65	25.76
agosto	17.05	34.05	25.03
settembre	13.75	30.35	20.40
ottobre	10.25	23.95	16.20
novembre	-0.95	16.55	7.97
dicembre	-4.45	13.15	5.54

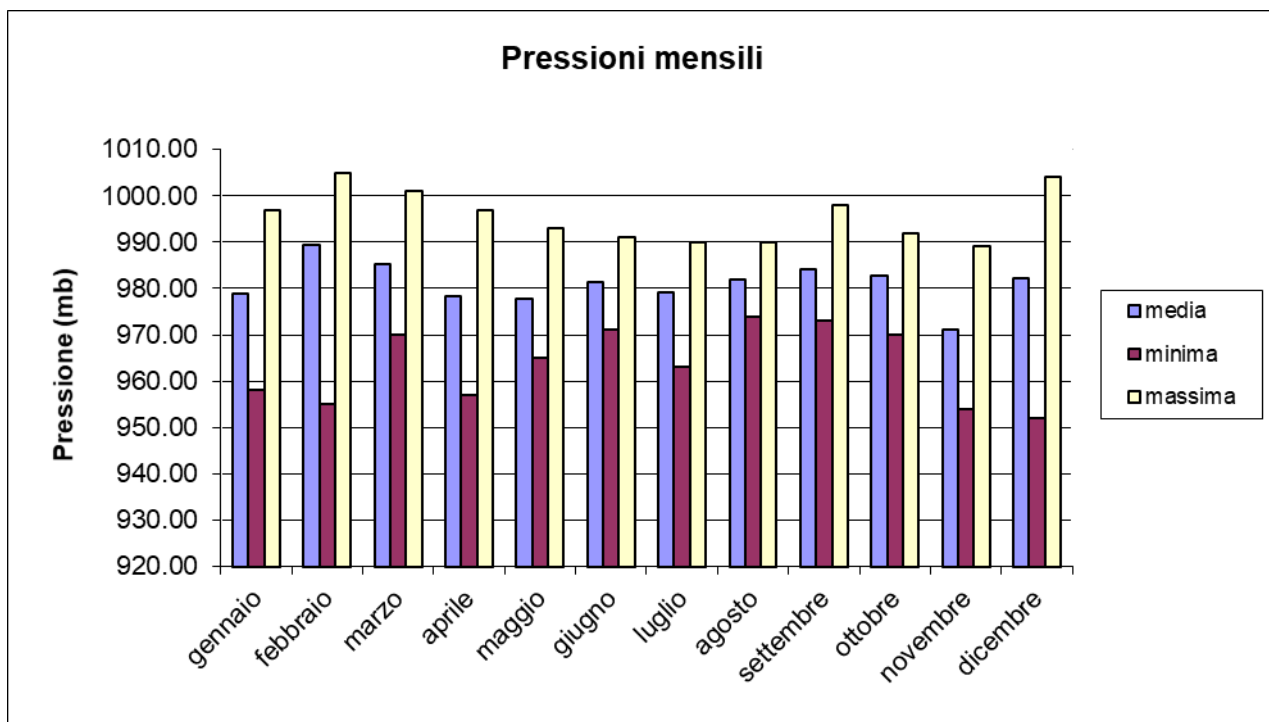


Pressione

	Pressione (mb)		
	Minima	Massima	Media
Anno	952.00	1005.00	980.96
Primavera	964.00	997.00	980.43
Estate	969.33	990.33	980.84
Autunno	965.67	993.00	979.28
Inverno	955.00	1002.00	983.48

Primavera: marzo, aprile, maggio
Estate: giugno, luglio, agosto
Autunno: settembre, ottobre, novembre
Inverno: dicembre, gennaio, febbraio

gennaio	958.00	997.00	979.01
febbraio	955.00	1005.00	989.31
marzo	970.00	1001.00	985.24
aprile	957.00	997.00	978.36
maggio	965.00	993.00	977.69
giugno	971.00	991.00	981.33
luglio	963.00	990.00	979.15
agosto	974.00	990.00	982.03
settembre	973.00	998.00	984.06
ottobre	970.00	992.00	982.74
novembre	954.00	989.00	971.06
dicembre	952.00	1004.00	982.12

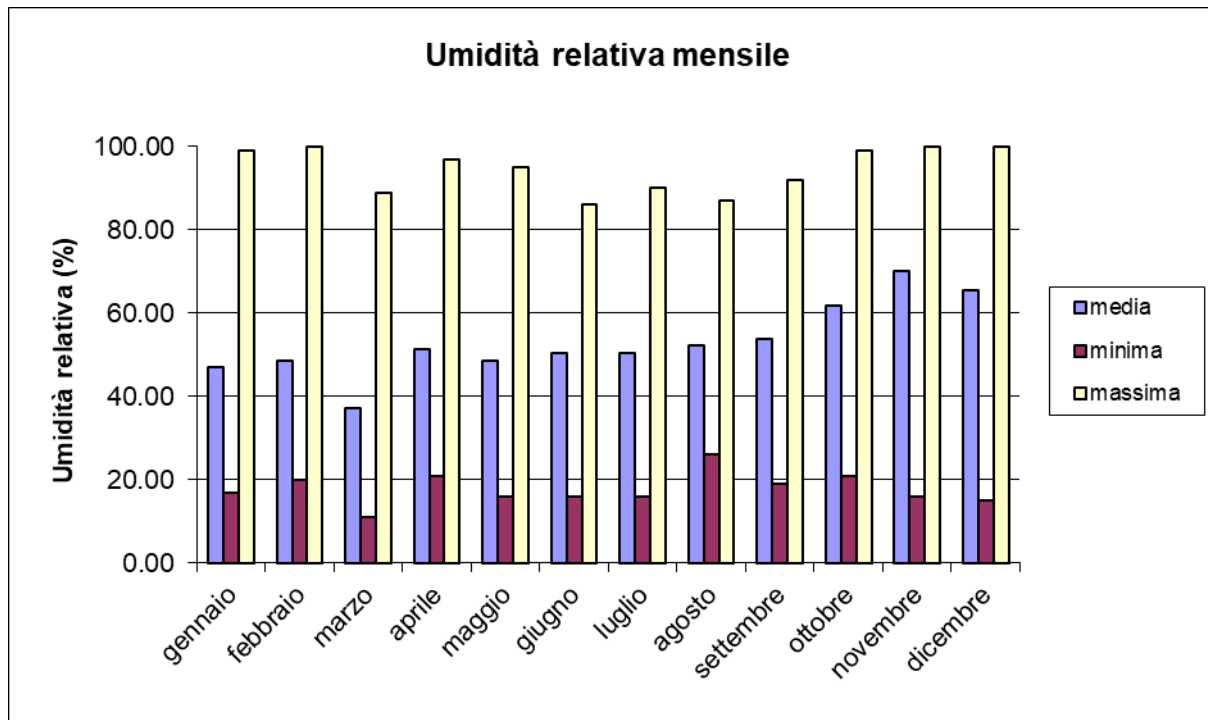


Umidità relativa

	Umidità relativa (%)		
	Minima	Massima	Media
Anno	11.00	100.00	53.05
Primavera	16.00	93.67	45.60
Estate	19.33	87.67	51.00
Autunno	18.67	97.00	61.90
Inverno	17.33	99.67	53.68

Primavera: marzo, aprile, maggio
Estate: giugno, luglio, agosto
Autunno: settembre, ottobre, novembre
Inverno: dicembre, gennaio, febbraio

gennaio	17.00	99.00	47.06
febbraio	20.00	100.00	48.47
marzo	11.00	89.00	37.01
aprile	21.00	97.00	51.22
maggio	16.00	95.00	48.58
giugno	16.00	86.00	50.27
luglio	16.00	90.00	50.51
agosto	26.00	87.00	52.22
settembre	19.00	92.00	53.81
ottobre	21.00	99.00	61.74
novembre	16.00	100.00	70.16
dicembre	15.00	100.00	65.51

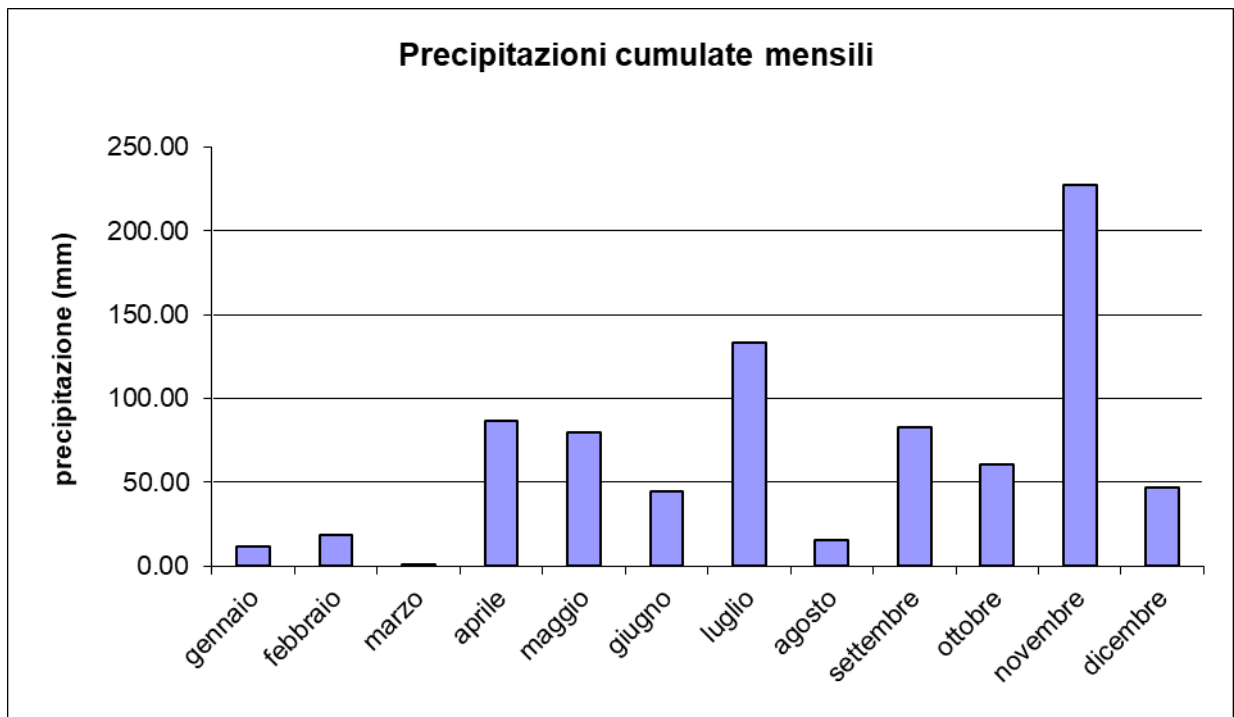


Precipitazione

	Precipitazioni (mm)		
	Minima	Massima	Cumulata
Anno	0.00	19.82	808.79
Primavera	0.00	4.27	167.70
Estate	0.00	13.29	193.58
Autunno	0.00	10.78	370.85
Inverno	0.00	2.54	76.66

Primavera:	marzo, aprile, maggio
Estate:	giugno, luglio, agosto
Autunno:	settembre, ottobre, novembre
Inverno:	dicembre, gennaio, febbraio

gennaio	0.00	2.33	11.42
febbraio	0.00	3.15	18.46
marzo	0.00	0.93	1.24
aprile	0.00	5.17	86.92
maggio	0.00	6.71	79.54
giugno	0.00	11.44	44.38
luglio	0.00	19.82	133.29
agosto	0.00	8.62	15.91
settembre	0.00	15.43	82.98
ottobre	0.00	7.47	60.46
novembre	0.00	9.43	227.41
dicembre	0.00	2.15	46.78



Velocità e direzione

Tabella A1 - Frequenze di accadimento per settore angolare di provenienza								
Settore Angolare (*)	Classi di velocità (m/s)							Totali
	< 1	1 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 10	> 10	
0	0.87	4.31	4.56	1.99	0.71	0.48	0.00	12.92
22.5	0.98	3.99	4.56	2.37	0.91	0.65	0.00	13.46
45	0.92	4.07	2.86	0.70	0.26	0.43	0.00	9.24
67.5	0.94	3.08	0.82	0.17	0.08	0.08	0.00	5.18
90	1.19	2.48	0.43	0.08	0.07	0.00	0.00	4.25
112.5	1.10	2.17	0.56	0.11	0.02	0.00	0.00	3.95
135	0.88	2.35	0.55	0.15	0.05	0.00	0.00	3.98
157.5	0.68	1.89	0.87	0.20	0.02	0.01	0.00	3.68
180	0.68	1.85	1.30	0.35	0.06	0.05	0.00	4.28
202.5	0.71	1.87	1.45	0.40	0.11	0.02	0.00	4.57
225	0.61	1.82	1.43	0.51	0.12	0.04	0.00	4.53
247.5	0.50	1.42	0.85	0.48	0.14	0.10	0.00	3.48
270	0.45	1.16	0.43	0.24	0.15	0.19	0.00	2.62
292.5	0.60	1.58	0.80	0.46	0.15	0.65	0.19	4.44
315	0.58	2.56	3.43	1.91	0.39	0.93	0.10	9.90
337.5	0.58	2.92	3.80	1.68	0.31	0.24	0.00	9.53

Tabella A2 Velocità per settore angolare (m/s)		
min	med	max
0.6	2.476	8.9
0.6	2.592	8.7
0.6	2.23	9.4
0.6	1.717	6
0.6	1.449	4.9
0.6	1.483	4.4
0.6	1.553	4.4
0.6	1.736	5.1
0.6	1.94	7.4
0.6	2	6.6
0.6	2.099	8.3
0.6	2.166	8.6
0.6	2.244	8
0.6	3.169	15.3
0.6	2.959	14.7
0.6	2.459	9.8

Totale	12.27	39.51	28.69	11.80	3.57	3.87	0.29	100.00
---------------	-------	-------	-------	-------	------	------	------	--------

(*) angolo medio del settore angolare di 22.5°

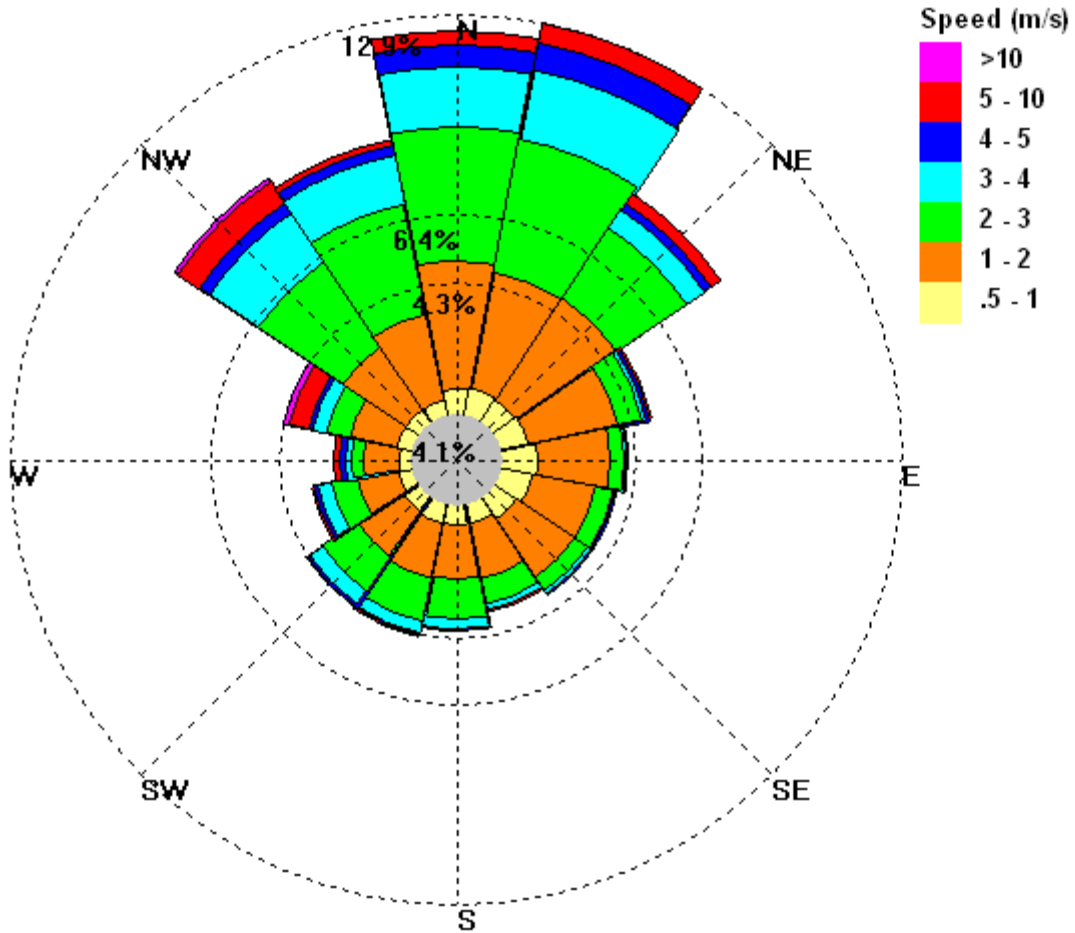
Tabella A3 Frequenze annuali a stagionali (%)							
	A	B	C	D	E	F+G	Totale
Anno	2.2	16.14	13.01	47.71	3.12	17.82	100
Primavera	1.81	18.03	13.04	48.73	3.67	14.72	100
Estate	6.79	21.42	12.68	46.01	2.58	10.51	100
Autunno	0.14	12.91	12.5	59.07	3.02	12.36	100
Inverno	0	12.08	13.84	36.9	3.19	33.98	100

Sono evidenziati in rosso i valori massimi relativi alle singole tabelle:

- velocità prevalente per settore angolare di provenienza (tabella A1) valori massimi di velocità per settore angolare di provenienza (tabella A2)
- frequenze stagionali e annuali delle classi di stabilità atmosferica (tabella A3)

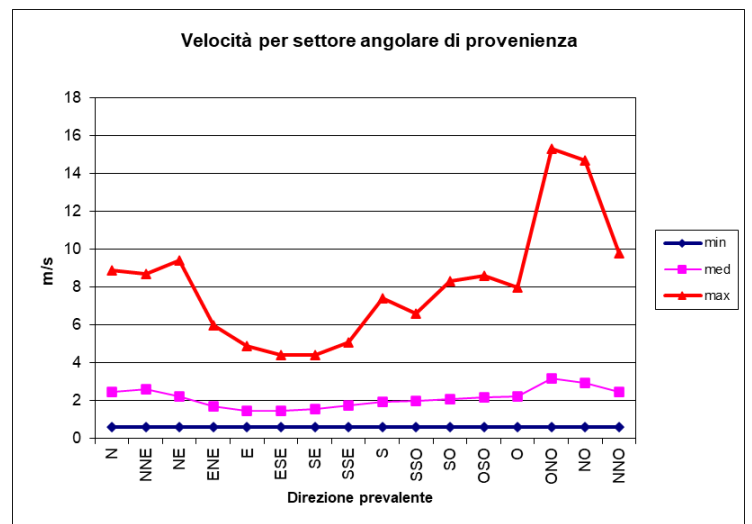
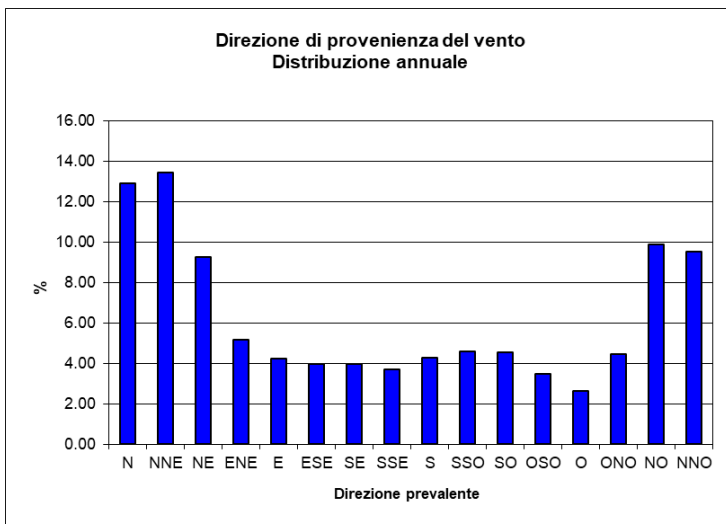
La rappresentazione grafica di queste informazioni è rappresentata dai seguenti grafici

Rosa dei venti locale

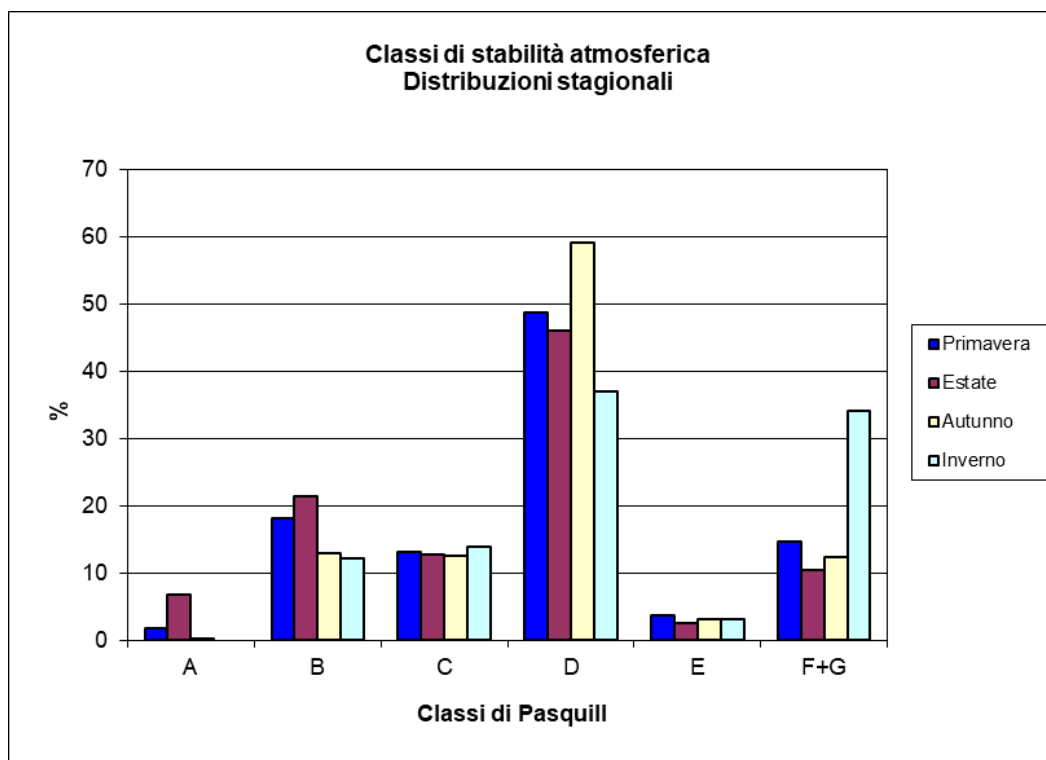


Rosa dei venti 2019 - sito impianto 15m

Grafici di distribuzione del vento



Grafici di distribuzione delle classi di stabilità atmosferica



Le principali caratteristiche climatologiche del sito riscontrabili dai dati presentati sono le seguenti:

La climatologia locale si presenta con caratteristiche tipiche dell'area prealpina di NW con mesi invernali freddi, la piovosità (con esclusione delle precipitazioni nevose) cumulata annua risulta media/consistente dell'ordine dei 800 mm/anno prevalentemente concentrata nei mesi primaverili/autunnali ed una umidità relativa non elevata mediamente intorno al 50 %.

L'area è caratterizzata da una prevalenza di venti di debole intensità nell'intervallo [1 -3] m/s (circa 70% delle ore /anno) con venti più intensi anche dell'ordine dei 15 m/s con provenienza dai settori da NW. La persistenza delle situazioni di calma di vento risulta medio bassa nell'ordine del 5% su base annua.

La condizione di stabilità atmosferica prevalente in tutte le stagioni è la neutralità (classe D) condizione non particolarmente favorevole alla diffusione degli inquinanti.

La rosa dei venti di **Figura 6** mostra le caratteristiche tipiche della circolazione prealpina dell'Italia del Nord-Ovest caratterizzata prevalentemente da venti dai settori da N "guidati" dalla presenza dei rilievi alpini a ridosso del sito dai quali provengono anche i venti di maggiore intensità.

NOTA sul trattamento delle calme di vento

Per il modello CALPUFF le calme di vento sono una situazione meteorologica NORMALE. Nel modello CALPUFF, i puff emessi dalle sorgenti sono fondamentalmente soggetti a due fenomeni:

- 1) all'allargamento dovuto al tempo di permanenza in atmosfera con conseguente diluizione interna e rimescolamento dell'inquinante
- 2) al trasporto dovuto al movimento atmosferico

questi due aspetti sono trattati separatamente nel modello a puff quindi nelle ore di calma di vento (cioè situazioni in cui velocità e direzione del vento non sono definibili) il puff non viene trasportato ma, nel suo stazionamento, continua ad essere sottoposto all'allargamento ed alla diluizione (quindi ad una variazione di concentrazione) esattamente come quando si trova in movimento; in sostanza la concentrazione dell'inquinante risulta essere indipendente dalla velocità ma proporzionale alle sigma diffusive

$$C_{puff} \sim Q/(\sigma_y\sigma_z)$$

Questo è uno degli aspetti fondamentali che differenzia il modello CALPUFF dai modelli gaussiani dove, secondo un approccio Euleriano del problema fluidodinamico non vi è la separazione dei due fenomeni e quindi la concentrazione risulta inversamente proporzionale alla velocità del vento

$$C_{gaus} \sim Q/(u \sigma_y\sigma_z)$$

quindi non applicabile in caso di vento non definito cioè in cala di vento.

Si definisce calma di vento dal punto di vista strumentale una situazione in cui non è possibile misurare con un ragionevole intervallo di confidenza il valore della velocità del vento e della sua direzione. Dal punto di vista strumentale quindi questo limite è definito dalle caratteristiche dell'anemometro; è tipicamente accettato un valore soglia di 0.5 m/s della velocità del vento misurata accompagnato da una varianza sulla direzione del vento superiore al 50-60 %

Per quanto riguarda la gestione modellistica della calma di vento ci sono diverse interpretazioni dipendenti dai modelli utilizzati:

- per CALPUFF la calma di vento è rappresentata dal valore identicamente nullo della velocità del vento, quando il valore della la velocità è al di sotto di un valore di soglia (per default 0.5 m/s , valore utilizzato anche nel presente studio) vengono attivati degli accorgimento nell'applicazione del normale algoritmo di calcolo delle concentrazioni per evidenziare gli effetti dell'assenza di trasporto come descritto al § 2.14 pag 2-144 del [manuale d'uso del modello CALPUFF](#)
- per i modelli AERMOD – ISC) di EPA la calma di vento è rappresentata da tutte le situazioni con velocità del vento inferiore a 1 m/s; e per questi modelli le situazioni orarie di calma di vento vengono escluse dalla simulazione.
- per MMS WinDimula il valore soglia di default è rappresentato dalla velocità del vento inferiore a 0.5 m/s (modificabile dall'utente); al di sotto di tale soglia le ore di calma vengono trattate attraverso il modello di vento debole di Cirillo Poli derivato dallo schema di trattamento delle calme utilizzato in CALPUFF.

Per maggiori informazioni tecniche si rimanda alla documentazione ufficiale del modello CALPUFF

http://www.src.com/calpuff/download/CALPUFF_UsersGuide.pdf (§ 2.14 pag 2-144)

Appendice 2 - Valutazione dei coefficienti di Building Downwash

La determinazione del valore dei coefficienti presentati nel § 5.2 usati per calcolare l'effetto "Building Downwash" è stata effettuata utilizzando il modello BPIP-PRIME di EPA /12/.

Il modello legge in input le coordinate dei vertici della pianta degli edifici interessati e la loro altezza ed in funzione della posizione relativa e della dimensione dei camini presenti esplora l'intera rosa dei venti in settori angolari di 10° verificando per ogni combinazione camino/edifici qual è l'effettiva dimensione dell'ostacolo che il camino sperimenta lungo ognuno dei 36 settori angolari definiti.

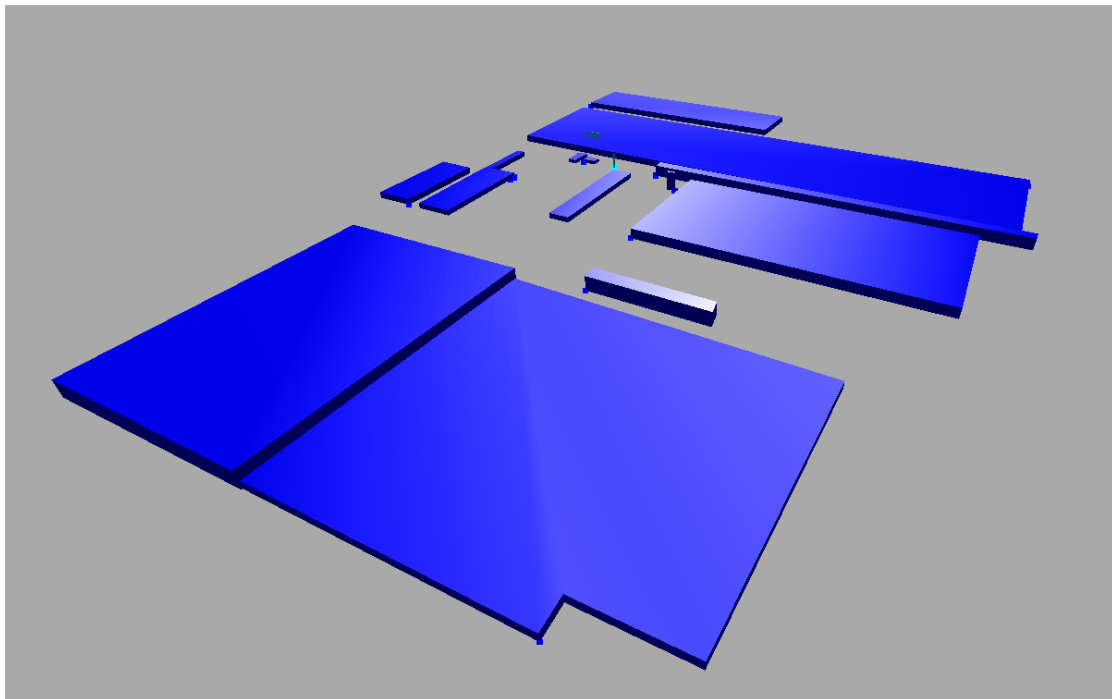
Il software BPIP calcola i coefficienti che esprimono l'effettiva larghezza, altezza e profondità degli ostacoli proiettando geometricamente l'insieme di edifici/ostacolo perpendicolarmente alla direzione dell'asse del settore angolare di 10° per ognuno dei camini presenti.

Per la definizione della geometria dell'impianto in input a BPIP è stata utilizzata la rappresentazione planimetrica riportata di seguito con le indicazioni delle altezze degli edifici dell'impianto fornite dal gestore dell'impianto.

La planimetria è stata geo referenziata utilizzando Google Earth e ridisegnata in 3D estraendo con apposito editor le coordinate richieste per i singoli edifici in formato BPIP "Ready to use"

Ulteriori informazioni su come interpretare tali informazioni possono essere reperite nella manualistica BPIP di EPA /5/ e nel documento EPA-450/4-80-023R. Guideline for Determination of **Good Engineering Practice Stack Height**. (Technical Support Document for the **Stack Height Regulations**) <http://www.epa.gov/scram001/guidance/guide/gep.pdf>





EDIFICIO	ALTEZZA (m s.l.s)	RIF. IN PLANIMETRIA
fabbricato	8 m	E1
fabbricato nord Avio	9 m	E2
Fabbricato uffici Avio	15 m	E3
ingresso	5 m	E4
officina AVIO altezza	9.5 m	E5
Palazzina Direzionale AVIO	18 m	E6
Sorveglianza	5 m	E7
ex lastratura	9 m	E8
ex presse	20 m	E9
ex verniciatura	13 m	E10
Fabbricato camion	7 m	E11
Fabbricato camion	7 m	E12
ex centrale vernici	7 m	E13
fabbricato	7 m	E14
ex camino verniciatura	26 m	E15

Di seguito vengono riportati per ogni camino emissivo i valori dei parametri utilizzati nelle simulazioni per la caratterizzazione degli effetti di Buildib Downwash

Definizione dei coefficienti riportati nelle tabelle

Dir = direzione media dell'asse del cono visuale di 10°

Bh = altezza massima ostacoli per settore di direzione

Bw = spessore massimo ostacoli per settore di direzione

Bl = lunghezza massima ostacoli per settore di direzione

Xbadj, Ybadj = parametri dimensionali della scia turbolenta per settore di direzione

Camino B101

Dir (deg)	Bh (m)	Bw (m)	Bl (m)	Xbadj (m)	Ybadj (m)	Dir (deg)	Bh (m)	Bw (m)	Bl (m)	Xbadj (m)	Ybadj (m)
10	9.5	722.92	525.45	-77.15	-219.43	190	9.5	722.92	525.45	-448.3	219.43
20	9.5	672.88	611.94	-85.96	-184.69	200	9.5	672.88	611.94	-525.98	184.69
30	9.5	602.39	679.83	-92.16	-144.34	210	9.5	602.38	679.83	-587.67	144.34
40	9.5	513.59	727.06	-95.55	-99.61	220	9.5	513.59	727.06	-631.51	99.61
50	9.5	409.19	752.21	-96.05	-51.84	230	9.5	409.19	752.21	-656.16	51.84
60	9.5	292.36	754.5	-93.62	-2.51	240	9.5	292.36	754.5	-660.88	2.51
70	9.5	183.04	738.54	-88.81	53.44	250	9.5	183.04	738.54	-649.73	-53.44
80	9.5	307.7	756.26	-110.08	101.01	260	9.5	307.7	756.26	-646.18	-101.01
90	9.5	423	751	-128	145.5	270	9.5	423	751	-623	-145.5
100	9.5	525.45	722.92	-142.03	185.57	280	9.5	525.45	722.92	-580.89	-185.57
110	9.5	611.94	672.88	-151.75	220.01	290	9.5	611.94	672.88	-521.13	-220.01
120	9.5	679.83	602.38	-156.85	247.76	300	9.5	679.83	602.38	-445.53	-247.76
130	9.5	727.06	513.59	-157.19	267.98	310	9.5	727.06	513.59	-356.4	-267.98
140	9.5	752.21	409.19	-152.75	280.06	320	9.5	752.21	409.19	-256.44	-280.06
150	9.5	754.5	292.36	-143.67	283.63	330	9.5	754.5	292.36	-148.69	-283.63
160	9.5	738.54	183.04	-144.97	280.46	340	9.5	738.54	183.04	-38.08	-280.46
170	9.5	756.26	307.7	-254.85	268.05	350	9.5	756.26	307.7	-52.84	-268.05
180	9.5	751	423	-357	247.5	360	9.5	751	423	-66	-247.5

Camino B102

Dir (deg)	Bh (m)	Bw (m)	Bl (m)	Xbadj (m)	Ybadj (m)	Dir (deg)	Bh (m)	Bw (m)	Bl (m)	Xbadj (m)	Ybadj (m)
10	9.5	722.92	525.45	-80.16	-213.87	190	9.5	722.92	525.45	-445.29	213.87
20	9.5	672.88	611.94	-89.89	-179.74	200	9.5	672.88	611.94	-522.04	179.74
30	9.5	602.39	679.83	-96.89	-140.15	210	9.5	602.38	679.83	-582.94	140.15
40	9.5	513.59	727.06	-100.94	-96.3	220	9.5	513.59	727.06	-626.12	96.29
50	9.5	409.19	752.21	-101.93	-49.52	230	9.5	409.19	752.21	-650.28	49.52
60	9.5	292.36	754.5	-99.82	-1.24	240	9.5	292.36	754.5	-654.68	1.24
70	9.5	183.04	738.54	-95.14	53.62	250	9.5	183.04	738.54	-643.41	-53.62
80	9.5	307.7	756.26	-116.34	100.08	260	9.5	307.7	756.26	-639.92	-100.08
90	9.5	423	751	-134	143.5	270	9.5	423	751	-617	-143.5
100	9.5	525.45	722.92	-147.59	182.56	280	9.5	525.45	722.92	-575.33	-182.56
110	9.5	611.94	672.88	-156.7	216.08	290	9.5	611.94	672.88	-516.17	-216.08
120	9.5	679.83	602.38	-161.05	243.02	300	9.5	679.83	602.38	-441.34	-243.02
130	9.5	727.06	513.59	-160.5	262.59	310	9.5	727.06	513.59	-353.09	-262.59
140	9.5	752.21	409.19	-155.08	274.18	320	9.5	752.21	409.19	-254.12	-274.18
150	9.5	754.5	292.36	-144.94	277.43	330	9.5	754.5	292.36	-147.42	-277.43
160	9.5	738.54	183.04	-145.14	274.13	340	9.5	738.54	183.04	-37.91	-274.13
170	9.5	756.26	307.7	-253.93	261.79	350	9.5	756.26	307.7	-53.77	-261.79
180	9.5	751	423	-355	241.5	360	9.5	751	423	-68	-241.5

Camino B103

Dir (deg)	Bh (m)	Bw (m)	Bl (m)	Xbadj (m)	Ybadj (m)	Dir (deg)	Bh (m)	Bw (m)	Bl (m)	Xbadj (m)	Ybadj (m)
10	9.5	722.92	525.45	-84.16	-208.48	190	9.5	722.92	525.45	-441.29	208.48
20	9.5	672.88	611.94	-94.76	-175.12	200	9.5	672.88	611.94	-517.17	175.12
30	9.5	602.39	679.83	-102.49	-136.45	210	9.5	602.38	679.83	-577.34	136.45
40	9.5	513.59	727.06	-107.1	-93.63	220	9.5	513.59	727.06	-619.97	93.63
50	9.5	409.19	752.21	-108.45	-47.96	230	9.5	409.19	752.21	-643.76	47.96
60	9.5	292.36	754.5	-106.51	-0.84	240	9.5	292.36	754.5	-647.98	0.84
70	9.5	183.04	738.54	-101.8	52.85	250	9.5	183.04	738.54	-636.74	-52.85
80	9.5	307.7	756.26	-122.77	98.17	260	9.5	307.7	756.26	-633.5	-98.17
90	9.5	423	751	-140	140.5	270	9.5	423	751	-611	-140.5
100	9.5	525.45	722.92	-152.98	178.57	280	9.5	525.45	722.92	-569.94	-178.57
110	9.5	611.94	672.88	-161.31	211.2	290	9.5	611.94	672.88	-511.56	-211.2
120	9.5	679.83	602.38	-164.74	237.43	300	9.5	679.83	602.38	-437.64	-237.43
130	9.5	727.06	513.59	-163.17	256.43	310	9.5	727.06	513.59	-350.42	-256.43
140	9.5	752.21	409.19	-156.64	267.65	320	9.5	752.21	409.19	-252.56	-267.65
150	9.5	754.5	292.36	-145.34	270.73	330	9.5	754.5	292.36	-147.02	-270.73
160	9.5	738.54	183.04	-144.37	267.47	340	9.5	738.54	183.04	-38.67	-267.47
170	9.5	756.26	307.7	-252.01	255.36	350	9.5	756.26	307.7	-55.68	-255.36
180	9.5	751	423	-352	235.5	360	9.5	751	423	-71	-235.5

Camino B104

Dir (deg)	Bh (m)	Bw (m)	Bl (m)	Xbadj (m)	Ybadj (m)	Dir (deg)	Bh (m)	Bw (m)	Bl (m)	Xbadj (m)	Ybadj (m)
10	9.5	722.92	525.45	-87	-203.9	190	9.5	722.92	525.45	-438.45	203.9
20	9.5	672.88	611.94	-98.35	-171.11	200	9.5	672.88	611.94	-513.58	171.11
30	9.5	602.39	679.83	-106.72	-133.12	210	9.5	602.38	679.83	-573.11	133.12
40	9.5	513.59	727.06	-111.84	-91.08	220	9.5	513.59	727.06	-615.22	91.08
50	9.5	409.19	752.21	-113.57	-46.28	230	9.5	409.19	752.21	-638.64	46.28
60	9.5	292.36	754.5	-111.84	-0.07	240	9.5	292.36	754.5	-642.65	0.07
70	9.5	183.04	738.54	-107.18	52.68	250	9.5	183.04	738.54	-631.36	-52.68
80	9.5	307.7	756.26	-128.04	97.06	260	9.5	307.7	756.26	-628.22	-97.06
90	9.5	423	751	-145	138.5	270	9.5	423	751	-606	-138.5
100	9.5	525.45	722.92	-157.56	175.73	280	9.5	525.45	722.92	-565.36	-175.73
110	9.5	611.94	672.88	-165.33	207.62	290	9.5	611.94	672.88	-507.55	-207.62
120	9.5	679.83	602.38	-168.07	233.19	300	9.5	679.83	602.38	-434.31	-233.19
130	9.5	727.06	513.59	-165.71	251.69	310	9.5	727.06	513.59	-347.88	-251.69
140	9.5	752.21	409.19	-158.32	262.54	320	9.5	752.21	409.19	-250.87	-262.54
150	9.5	754.5	292.36	-146.11	265.4	330	9.5	754.5	292.36	-146.25	-265.4
160	9.5	738.54	183.04	-144.2	262.09	340	9.5	738.54	183.04	-38.84	-262.09
170	9.5	756.26	307.7	-250.91	250.09	350	9.5	756.26	307.7	-56.78	-250.09
180	9.5	751	423	-350	230.5	360	9.5	751	423	-73	-230.5

Camino B105

Dir (deg)	Bh (m)	Bw (m)	Bl (m)	Xbadj (m)	Ybadj (m)	Dir (deg)	Bh (m)	Bw (m)	Bl (m)	Xbadj (m)	Ybadj (m)
10	9.5	722.92	525.45	-89.66	-200.31	190	9.5	722.92	525.45	-435.79	200.31
20	9.5	672.88	611.94	-101.6	-168.04	200	9.5	672.88	611.94	-510.34	168.04
30	9.5	602.39	679.83	-110.45	-130.65	210	9.5	602.38	679.83	-569.38	130.65
40	9.5	513.59	727.06	-115.95	-89.3	220	9.5	513.59	727.06	-611.12	89.3
50	9.5	409.19	752.21	-117.92	-45.24	230	9.5	409.19	752.21	-634.29	45.24
60	9.5	292.36	754.5	-116.31	0.2	240	9.5	292.36	754.5	-638.19	-0.2
70	9.5	183.04	738.54	-111.63	52.17	250	9.5	183.04	738.54	-626.92	-52.17
80	9.5	307.7	756.26	-132.32	95.79	260	9.5	307.7	756.26	-623.94	-95.79
90	9.5	423	751	-149	136.5	270	9.5	423	751	-602	-136.5
100	9.5	525.45	722.92	-161.15	173.06	280	9.5	525.45	722.92	-561.77	-173.06
110	9.5	611.94	672.88	-168.4	204.37	290	9.5	611.94	672.88	-504.47	-204.37
120	9.5	679.83	602.38	-170.54	229.46	300	9.5	679.83	602.38	-431.85	-229.46
130	9.5	727.06	513.59	-167.49	247.59	310	9.5	727.06	513.59	-346.1	-247.59
140	9.5	752.21	409.19	-159.36	258.19	320	9.5	752.21	409.19	-249.84	-258.19
150	9.5	754.5	292.36	-146.38	260.94	330	9.5	754.5	292.36	-145.98	-260.94
160	9.5	738.54	183.04	-143.69	257.64	340	9.5	738.54	183.04	-39.35	-257.64
170	9.5	756.26	307.7	-249.64	245.81	350	9.5	756.26	307.7	-58.06	-245.81
180	9.5	751	423	-348	226.5	360	9.5	751	423	-75	-226.5

Camino B106

Dir (deg)	Bh (m)	Bw (m)	Bl (m)	Xbadj (m)	Ybadj (m)	Dir (deg)	Bh (m)	Bw (m)	Bl (m)	Xbadj (m)	Ybadj (m)
10	9.5	722.92	525.45	-65.72	-105.72	190	9.5	722.92	525.45	-459.73	105.72
20	9.5	672.88	611.94	-94.45	-70.72	200	9.5	672.88	611.94	-517.48	70.72
30	9.5	602.39	679.83	-120.31	-33.58	210	9.5	602.38	679.83	-559.52	33.58
40	9.5	513.59	727.06	-142.51	4.59	220	9.5	513.59	727.06	-584.55	-4.59
50	9.5	409.19	752.21	-160.39	42.61	230	9.5	409.19	752.21	-591.82	-42.61
60	9.5	292.36	754.5	-173.38	79.34	240	15	94.61	498.84	-569.23	46.26
70	9.5	213.36	755.71	-181.58	105.04	250	15	23.6	503.22	-574.13	-10.16
80	9.5	307.7	756.26	-213.03	150.64	260	9.5	307.7	756.26	-543.24	-150.64
90	9.5	423	751	-238	176.5	270	9.5	423	751	-513	-176.5
100	9.5	525.45	722.92	-255.74	197	280	9.5	525.45	722.92	-467.18	-197
110	9.5	611.94	672.88	-265.72	211.52	290	9.5	611.94	672.88	-407.16	-211.52
120	9.5	679.83	602.38	-267.61	219.6	300	9.5	679.83	602.38	-334.77	-219.6
130	9.5	727.06	513.59	-261.38	221.02	310	9.5	727.06	513.59	-252.21	-221.02
140	9.5	752.21	409.19	-247.21	215.72	320	9.5	752.21	409.19	-161.99	-215.72
150	9.5	754.5	292.36	-225.52	203.86	330	9.5	754.5	292.36	-66.84	-203.86
160	9.5	738.54	183.04	-211.72	187.69	340	9.5	755.71	213.36	-1.64	-196.28
170	9.5	756.26	307.7	-304.48	165.1	350	9.5	756.26	307.7	-3.21	-165.1
180	9.5	751	423	-388	137.5	360	9.5	751	423	-35	-137.5

Appendice 3 - La procedura Arm2

Introduzione alla problematica

Le sorgenti che emettono gas derivanti da combustione emettono Ossidi di Azoto (NO_x) principalmente sotto forma di monossido di Azoto (NO) parte del quale, reagendo per permanenza in atmosfera con Ozono e altri agenti ossidanti, si trasforma in biossido di Azoto (NO₂).

Le normative sulla qualità dell'aria sia nazionali (DL 155 del 13/08/2010) che internazionali definiscono limiti di concentrazione su NO₂ quindi, per una corretta stima degli standard di qualità dell'aria, potrebbe risultare necessario riuscire a stimare il rapporto NO₂/NO_x nella valutazione degli indicatori di qualità dell'aria calcolati attraverso simulazioni modellistiche.

Poiché il processo di trasformazione NO - NO₂ per permanenza di NO_x in atmosfera è piuttosto complesso e soprattutto fortemente legato alle condizioni ambientali sito-specifiche, nello svolgimento degli studi di emissione si adottano delle ipotesi semplificative per la definizione del rapporto NO₂/NO_x.

Il tipico approccio di primo livello in uno studio di diffusione modellistico è quello cautelativo cioè assumere che l'NO_x emesso sia da considerarsi totalmente come NO₂ (cioè NO₂/NO_x = 1); sempre in questo contesto si può inquadrare anche la procedura EPA ARM (Ambient Ratio Method) secondo la quale il rapporto NO₂/NO_x è un valore costante pari a 0.8 per la valutazione dei valori orari e 0.75 per la valutazione dei valori annuali. Queste metodologie in genere sovrastimano il valore orario di NO₂ però l'ipotesi cautelativa che ne è alla base, in assenza di superamenti degli indicatori di qualità dell'aria, garantisce la robustezza dell'analisi regolatoria.

Un approccio più articolato, di secondo livello, potrebbe essere quello di calcolare direttamente il rapporto NO₂/NO_x per gli indicatori medi temporali di qualità dell'aria partendo dai dati misurati nelle centraline ARPA dove quasi sempre sono disponibili i valori orari misurati sia di NO che di NO₂.

Per utilizzare questo approccio occorre però riuscire a selezionare eventuali stazioni ARPA significative per il sito in esame in modo che il rapporto NO₂/NO_x preservi le sue caratteristiche sito-specifiche.

Vi è infine un approccio modellistico, di livello 3, basato sulla valutazione "semplificata" del processo di trasformazione chimica degli NO_x presenti in atmosfera:

- nel modello CALPUFF ad esempio esiste la possibilità di utilizzare gli schemi chimici semplificati RIVAD e MESOPUFF-II per valutare la formazione di inquinanti secondari nelle famiglie degli NO_x ed SO_x che permettono tra l'altro di definire le trasformazioni di NO ed NO₂ a fronte della richiesta di specificare i valori di fondo della concentrazione di O₃ e di NH₃ per il sito in esame;
- una procedura EPA spesso utilizzata ed implementata anche in alcuni modelli matematici diffusionali è la procedura OLM (Ozone Limited Method) che permette di definire il rapporto NO₂/NO_x in base a valori di fondo di ozono ambiente.

La procedura ARM2

US-EPA ha validato negli ultimi anni una nuova tecnica di valutazione chiamata ARM2 basata sul perfezionamento della metodologia ARM (Ambient Ratio Method) citata in precedenza.

ARM2 permette di definire il rapporto NO₂/NO_x utilizzando la seguente funzione polinomiale:

$$y = a*x^6 + b*x^5 + c*x^4 + d*x^3 + e*x^2 + f*x + g$$

dove:

- y = rapporto NO₂/NO_x da cui NO₂ = $y \cdot \text{NO}_x$
- x = concentrazione di NO_x calcolata dal modello
- a,b,c,d,e,f,g = coefficienti costanti della funzione interpolante i cui valori sono riportati nella tabella seguente:
-

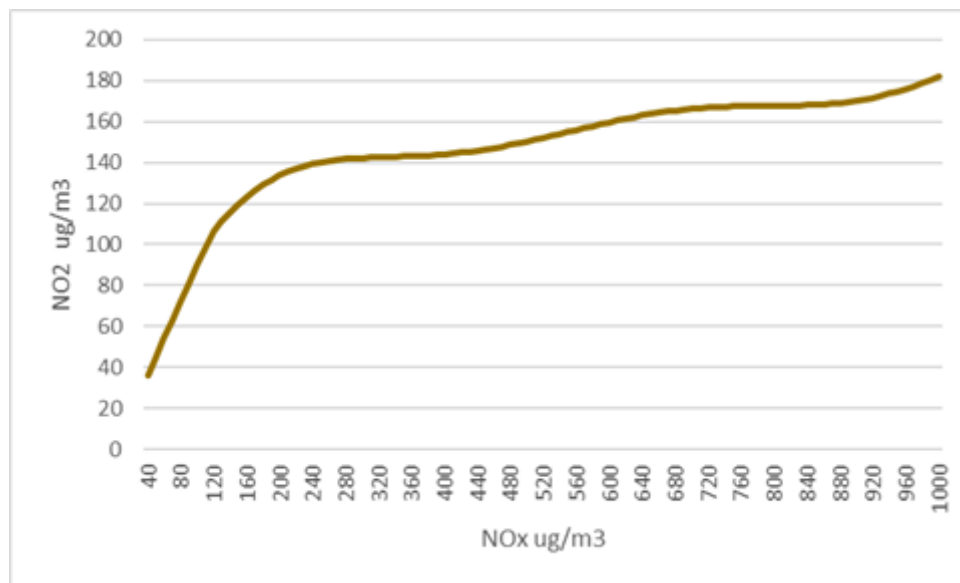
	Per NOX espressi in ppb	Per NOX espressi in µg/m ³
a	-5.176E-16	-1.1723E-17
b	1.005E-12	4.2795E-14
c	-7.288E-10	-5.8345E-11
d	2.296-07	3.4555E-08
e	-1.981-05	-5.6062E-06
f	-5.148E-03	-2.7383E-03
g	1.244E+00	1.2441E+00

La funzione polinomiale interpolante riportata è stata elaborata da EPA attraverso l'analisi delle serie decennali [2001 – 2010] dei dati misurati di NO ed NO₂ in tutte le stazioni del territorio nazionale Americano.

L'analisi dettagliata del procedimento che ha portato allo sviluppo della procedura ARM2 è descritto nella pubblicazione Ratio Method Version 2 (ARM2) for use with AERMOD for 1-hr NO₂ Modeling

La procedura ARM2, secondo le indicazioni EPA riportate nella pubblicazione citata, è applicabile per valori del rapporto NO₂/NO_x in uscita al camino compresi nell'intervallo [0.2 – 0.9].

Nel grafico seguente viene riportata la curva ARM2 dei valori di concentrazione di NO₂ (µg/m³) in funzione dei valori di concentrazione calcolati di NO_x (µg/m³)



La procedura ARM2 come anche gli altri metodi di speciazione dell'NO₂ citati nell'articolo è da intendersi come una procedura *SCREENING* soggette cioè a possibili criticità (cioè situazioni in cui la sua applicazione non determina risultati cautelativi).

Per l'applicazione di ARM 2 nel documento EPA citato si segnalano come critiche le seguenti situazioni:

- Rapporto NO₂/NO_x misurato al camino > 0.2 per più del 95% delle ore di emissione;
- Ricadute complessive di NO_x calcolate dal modello > [150 – 200] ppb (340 – 450 ug/m³) dove il valore minore (150 ppb) si riferisce ad aree con elevati valori di ozono ambiente (>30 ppb) mentre il valore superiore (200 ppb) si riferisce ad aree con contenuti valori di ozono ambiente (< 20 ppb)
- Presenza di valori fondo di ozono ambientale molto elevati (valori di concentrazione persistenti > 90 ppb)

In queste condizioni l'applicazione di ARM 2 sulle concentrazioni calcolate di NO_x potrebbe portare a stime non cautelative di NO₂; EPA consiglia in questi casi di utilizzare metodologie di livello superiore come la OLM.

In ogni caso, sempre nella stessa pubblicazione si sottolinea il fatto che in presenza di ricadute complessive di NO_x calcolate dal modello < [150 – 200] ppb la metodologia ARM 2 garantisce stime sufficientemente cautelative anche in presenza di un rapporto NO₂/NO_x al camini maggiore di 0.2; è comunque consigliabile l'inserimento del valore eventualmente misurato al camino del reale rapporto NO₂/NO_x al camino se tale misura riporta valori superiori a 0.2

Appendice 4 - Schedulazione del funzionamento orario delle caldaie in fase Post Operam

Schema di riferimento emissivo orario su base 5000 ore/anno di funzionamento adottato nello studio diffusionale relativamente allo scenario Post Operam

Data	B101	B102	B103	B104	B105
01-gen	24	24		24	
02-gen	24	24		24	
03-gen	24	24		24	
04-gen	24	24		24	
05-gen	24	24		24	
06-gen	24	24		24	
07-gen	24	24		24	
08-gen	24	24		24	
09-gen	24	24		24	
10-gen	24	24		24	
11-gen	24	24		24	
12-gen	24	24		24	
13-gen	24	24		24	
14-gen	24	24		24	
15-gen	24	24		24	
16-gen	24	24		24	
17-gen	24	24		24	
18-gen	24	24		24	
19-gen	24	24		24	
20-gen	24	24		24	
21-gen	24	24		24	
22-gen	24	24		24	
23-gen	24	24		24	
24-gen	24	24		24	
25-gen	24	24		24	
26-gen	24	24		24	
27-gen	24	24		24	
28-gen	24	24		24	
29-gen	24	24		24	
30-gen	24	24		24	
31-gen	24	24		24	
01-feb	24	24		2	24
02-feb	24	24			24
03-feb	24	24			24
04-feb	24	24			24
05-feb	24	24			24
06-feb	24	24			24
07-feb	24	24			24
08-feb	24	24			24
09-feb	24	24			24
10-feb	24	24			24
11-feb	24	24			24
12-feb	24	24			24
13-feb	24	24			24
14-feb	24	24			24
15-feb	24	24			24
16-feb	24	24			24
17-feb	24	24			24
18-feb	24	24			24

Data	B101	B102	B103	B104	B105
01-lug			24	24	2
02-lug			24	24	
03-lug			24	24	
04-lug			24	24	
05-lug			24	24	
06-lug			24	24	
07-lug			24	24	
08-lug			24	24	
09-lug			24	24	
10-lug			24	24	
11-lug			24	24	
12-lug			24	24	
13-lug			24	24	
14-lug			24	24	
15-lug			24	24	
16-lug			24	24	
17-lug	24		22	24	
18-lug	24			24	
19-lug	24		6	24	
20-lug			24	24	
21-lug			24	24	
22-lug			24	24	
23-lug			24	24	
24-lug			24	24	
25-lug			24	24	
26-lug			24	24	
27-lug			24	24	
28-lug			24	24	
29-lug			24	24	
30-lug			24	24	
31-lug			24	24	
01-ago			24	2	24
02-ago			24		24
03-ago			24		24
04-ago			24		24
05-ago			24		24
06-ago			24		24
07-ago			24		24
08-ago			24		24
09-ago			24		24
10-ago			24		24
11-ago			24		24
12-ago			24		24
13-ago			24		24
14-ago			24		24
15-ago			24		24
16-ago			24		24
17-ago			24		24
18-ago			24		24

19-feb	24	24			24
20-feb	24	24			24
21-feb	24	24			24
22-feb	24	24			24
23-feb	24	24			24
24-feb	24	24			24
25-feb	24	24			24
26-feb	24	24			24
27-feb	24	24			24
28-feb	24	24			24
01-mar	24	24		24	2
02-mar	24	24		24	
03-mar	24	24		24	
04-mar	24	24		24	
05-mar	24	24		24	
06-mar	24	24		24	
07-mar	24	24		24	
08-mar	24	24		24	
09-mar	24	24		24	
10-mar	24	24		24	
11-mar	24	24		24	
12-mar	24	24		24	
13-mar	24	24		24	
14-mar	24	24		24	
15-mar	24	24		24	
16-mar	24	24		24	
17-mar	24	24		24	
18-mar	24	24		24	
19-mar	24	24		24	
20-mar	24	24		24	
21-mar	24	24		24	
22-mar	24	24		24	
23-mar	24	24		24	
24-mar	24	24		24	
25-mar	24	24		24	
26-mar	24	24		24	
27-mar	24	24		24	
28-mar	24	24		24	
29-mar	24	24		24	
30-mar	24	24		24	
31-mar	24	24		24	
01-apr	24	24		2	24
02-apr	24	24			24
03-apr	24	24			24
04-apr	24	24			24
05-apr	24	22			24
06-apr	24	24			24
07-apr	24	24			24
08-apr	24	24			24
09-apr	24	24			24
10-apr	24	24			24
11-apr	24	24			24
12-apr	24	24			24
13-apr	24	23			24
14-apr	24	24			24
15-apr	24	24			24
16-apr	24	17	7		24

19-ago			24		24
20-ago			24		24
21-ago			24		24
22-ago			24		24
23-ago			24		24
24-ago			24		24
25-ago			24		24
26-ago			24		24
27-ago			24		24
28-ago			24		24
29-ago			24		24
30-ago			24		24
31-ago			24		24
01-set			24	24	2
02-set			24	24	
03-set			24	24	
04-set			24	24	
05-set			24	24	
06-set			24	24	
07-set			24	24	
08-set			24	24	
09-set			24	24	
10-set			24	24	
11-set			24	24	
12-set			24	24	
13-set			24	24	
14-set			24	24	
15-set			24	24	
16-set			24	24	
17-set			24	24	
18-set			24	24	
19-set			24	24	
20-set			24	24	
21-set			24	24	
22-set			24	24	
23-set			24	24	
24-set			24	24	
25-set			24	24	
26-set			24	24	
27-set			24	24	
28-set			24	24	
29-set			24	24	
30-set			24	24	
01-ott			24	2	24
02-ott			24		24
03-ott			24		24
04-ott			24		24
05-ott			24		24
06-ott			24		24
07-ott			24		24
08-ott			24		24
09-ott		24	12		24
10-ott		24			24
11-ott		24			24
12-ott		24			24
13-ott		24			24
14-ott		24	8		24

17-apr	16		8		24
18-apr			24		24
19-apr			24		24
20-apr			24		24
21-apr			24		24
22-apr			24		24
23-apr			24		24
24-apr			24		24
25-apr			24		24
26-apr			24		24
27-apr			24		24
28-apr			24		24
29-apr			24		24
30-apr			24		24
01-mag			24	24	2
02-mag			24	24	
03-mag			24	24	
04-mag			24	24	
05-mag			24	24	
06-mag			24	24	
07-mag			24	24	
08-mag			24	24	
09-mag			24	24	
10-mag			24	24	
11-mag			24	24	
12-mag			24	24	
13-mag			24	24	
14-mag			24	24	
15-mag			24	24	
16-mag			24	24	
17-mag			24	24	
18-mag			24	24	
19-mag			24	24	
20-mag			24	24	
21-mag			24	24	
22-mag			24	24	
23-mag	24			24	
24-mag			24	24	
25-mag			24	24	
26-mag			24	24	
27-mag			24	24	
28-mag			24	24	
29-mag			24	24	
30-mag			24	24	
31-mag			24	24	
01-giu			24	2	24
02-giu			24		24
03-giu			24		24
04-giu			24		24
05-giu			24		24
06-giu			24		24
07-giu		24			24
08-giu		24			24
09-giu		24			24
10-giu		24			24
11-giu		24			24
12-giu		24			24

15-ott		24	24		24
16-ott		24	24		24
17-ott		24			24
18-ott		24	24		24
19-ott		24	24		24
20-ott		24	24		24
21-ott		24	24		24
22-ott		24	24		24
23-ott		24	24		24
24-ott		24	24		24
25-ott		24	24		24
26-ott		24	24		24
27-ott		24	24		24
28-ott		24	24		24
29-ott		24	24		24
30-ott		24	24		24
31-ott		24	24		24
01-nov		24	24	24	2
02-nov		24	24	24	
03-nov		24	24	24	
04-nov		24	24	24	
05-nov		24	24	24	
06-nov		24	24	24	
07-nov	24	14	8	24	
08-nov	24		24	24	
09-nov	24		8	24	
10-nov	24		24	24	
11-nov	24		24	24	
12-nov	24		24	24	
13-nov	24		24	24	
14-nov	24		24	24	
15-nov	24		24	24	
16-nov	24		24	24	
17-nov	24		24	24	
18-nov	24		24	24	
19-nov	24		24	24	
20-nov	24	11	24	24	
21-nov	24	11	24	24	
22-nov	24	11	24	24	
23-nov	24		24	24	
24-nov	24		24	24	
25-nov	24		24	24	
26-nov	24		24	24	
27-nov	24		24	24	
28-nov	24		24	24	
29-nov	24		24	24	
30-nov	24		24	24	
01-dic	24		24	2	24
02-dic	24		24		24
03-dic	24	24			24
04-dic	24	24			24
05-dic	24	24			24
06-dic	24	24			24
07-dic	24	24			24
08-dic	24	24			24
09-dic	24	24			24
10-dic	24	24			24

13-giu		24		24
14-giu		24		24
15-giu		24		24
16-giu		24	11	24
17-giu			24	24
18-giu			24	24
19-giu			24	24
20-giu		24		24
21-giu		24	0	24
22-giu			24	24
23-giu			24	24
24-giu			24	24
25-giu			24	24
26-giu			24	24
27-giu			24	24
28-giu			24	24
29-giu			24	24
30-giu			24	24

11-dic	24	24		24
12-dic	24	24		24
13-dic	24	24		24
14-dic	24	24		24
15-dic	24	24		24
16-dic	24	24		24
17-dic	24	24		24
18-dic	24	24		24
19-dic	24	24		24
20-dic	24	24		24
21-dic	24	24		24
22-dic	24	24		24
23-dic	24	24		24
24-dic	24	24		24
25-dic	24	24		24
26-dic	24	24		24
27-dic	24	24		24
28-dic	24	24		24
29-dic	24	24		24
30-dic	24	24		24
31-dic	24	24		24